



ESTUDIO PATOLOGICO DEL INMUEBLE RESIDENCIAL DE LA FAMILIA MERCADO HERNANDEZ

Barranquilla, 2020.

Informe documental del estado de conservación del inmueble de la familia Mercado Hernández en la ciudad de Barranquilla para optar al título de Especialista en Patología de la Construcción. Incluye análisis de vulnerabilidad sísmica, inspección visual, ensayos de campo y resultados, etiología de las lesiones y propuesta integral de intervención.

Claudia Milena Cantillo Barrios
Arquitecta

**ESTUDIO PATOLÓGICO DEL INMUEBLE RESIDENCIAL DE LA FAMILIA
MERCADO HERNÁNDEZ EN BARRANQUILLA- ATLÁNTICO**

Arquitecta Claudia Milena Cantillo Barrios

Director:

Arquitecto Magister Walter Mauricio Barreto Castillo

Universidad Santo Tomás

Decanatura de Universidad Abierta y A Distancia

Especialización en Patología de la Construcción

Trabajo Profesional Integrado

Bogotá, 2020

Resumen

El estudio patológico a continuación atiende a la necesidad de solución de afectaciones de origen desconocido y mejora formal del inmueble residencial de la familia Mercado Hernández ubicado en la ciudad de Barranquilla, departamento del Atlántico. Aborda desde la aplicación de la patología de la construcción un enfoque cargado de historia revisando la evolución de la ciudad y destacando el inmueble como referente tangible de la arquitectura doméstica del caribe colombiano a mediados del siglo XX. Enlaza así, la historia de la ciudad con la documentación existente sobre microzonificación sísmica, la aplicabilidad de la reglamentación urbanística y sismo resistente a nivel local y nacional y las características intrínsecas de Barranquilla.

Se identifican lesiones generalizadas y puntuales a lo largo del inmueble, estableciendo la premisa de que las fallas de mayor magnitud se encuentran en las adiciones espurias de la vivienda. Posteriormente se realizan exploraciones de campo a nivel de apiques, calas y control de grietas, concluyendo el diagnóstico con una propuesta de intervención integral que garantiza la conservación de elementos estructurales y formales dignos de preservación, la reubicación de los espacios adicionados que se implantan en la vivienda con total carencia de valor (y pésimas condiciones de conservación) y el reforzamiento estructural de los muros del patio.

Palabras claves: estudio patológico, arquitectura doméstica, caribe colombiano, microzonificación sísmica, propuesta integral de intervención.

Pathological Study of the Mercado Hernández House

Summary

The pathological study below addresses the need for a solution of affectations of unknown origin and formal improvement of the residential property of the Mercado Hernández family located in the city of Barranquilla, department of Atlántico. Approach the application of the pathology of the construction, with an approach loaded with history, reviewing the evolution of the city and highlighting the property as a tangible reference of the domestic architecture of the Colombian Caribbean in the mid-twentieth century. Thus, it links the history of the city with the existing documentation on seismic microzoning, the applicability of urban planning and earthquake resistance at local and national levels and the intrinsic characteristics of Barranquilla.

Generalized and punctual injuries are identified throughout the property, establishing the premise that major failures are found in the spurious additions of housing. Subsequently, field explorations are carried out at the level of coves and crack control, concluding the diagnosis with a proposal of integral intervention that guarantees the conservation of structural and formal elements worthy of preservation, the relocation of the added spaces that are implanted in the housing with total lack of value (and poor conservation conditions) and structural reinforcement of the patio walls.

Keywords: pathological study, domestic architecture, Colombian Caribbean, seismic microzoning, comprehensive intervention proposal.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	10
ANTECEDENTES Y JUSTIFICACION	11
OBJETIVOS	12
ALCANCES Y LIMITACIONES	13
1. MARCOS REFERENCIALES	14
1.1 Marco legal	14
NSR-10.	14
Manual de Construcción, Evaluación y Rehabilitación Sismo Resistente de Viviendas en Mampostería.	19
Plan de Ordenamiento Territorial De Barranquilla- POT	20
1.2 Marco histórico	23
1.3 Marco contextual	26
2. METODOLOGIA	30
2.1 Documentación previa: preparación y planteamiento del estudio	30
2.2 Historia clínica: auscultamiento y toma de datos.....	33
2.3 Planos.....	41
3. GEOTECNIA.....	43
4. ESTUDIO VULNERABILIDAD SISMICA	47
4.1 Revisión de calas y apiques en inmuebles cercanos	47
4.2 Cubiertas en teja de cemento	51
4.3 Criterios básicos de planteamiento estructural (NSR-10 E.1.3.1).....	53
4.4 Evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica de viviendas de uno y dos pisos en mampostería .	62
4.5 Conclusiones.....	63
5. ETIOLOGIA Y EFECTOS.....	66
5.1 Inspección visual.....	66

5.2 Lesiones patológicas	74
5.3 Exploraciones y ensayos de campo.....	75
Apiques y calas estratigráficas.....	76
5.4 Conclusiones: diagnóstico general.....	80
6. PROPUESTA INTEGRAL DE INTERVENCIÓN.....	83
6. 1 Consolidación de la construcción original	86
Refuerzo de la cimentación.....	86
Reconstrucción de losa.....	88
Tratamiento de fisuras por juntas de dilatación.	89
Reparación de cubierta.....	90
Limpieza y pintura de láminas de cielo raso.....	90
Limpieza de muros con desprendimiento de pintura, ensuciamiento y hongos.....	90
Instalación de baldosa para piso.....	91
Reparación carpintería y elementos ornamentales.....	91
6.2 Demolición parcial y reubicación de construcciones adicionales.....	92
Desmonte.	92
Demolición parcial de muros y plantilla de piso.....	92
Reubicación de espacios.	93
6.3 Reforzamiento estructural de muros perimetrales.....	95
Columnas y vigas de confinamiento en concreto reforzado.	95
Limpieza y tratamiento de muros perimetrales.....	96
6.4 Presupuesto y programación para intervención integral del inmueble	97
Presupuesto.	97
Programación.....	99
CONCLUSION.....	101
REFERENCIAS.....	103
BIBLIOGRAFÍA	105
ANEXOS	106



INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Procedimiento de análisis.</i>	15
<i>Figura 2: Desplazamientos horizontales.</i>	16
<i>Figura 3: Plano del Distrito Especial Industrial y Portuario de Barranquilla.</i>	20
<i>Figura 4: Porcentajes de ocupación.</i>	21
<i>Figuras 5 y 6: Inicios de la ciudad de Barranquilla.</i>	23
<i>Figuras 7 y 8: Crecimiento histórico de Barranquilla.</i>	25
<i>Figura 9: Localización del inmueble.</i>	26
<i>Figura 10: Levantamiento arquitectónico.</i>	27
<i>Figuras 11, 12 y 13: Detalles de ornamentación.</i>	29
<i>Figura 14: Metodología.</i>	30
<i>Figura 15: Ficha de levantamiento.</i>	31
<i>Figuras 16 y 17: Documentación arquitectónica, proceso.</i>	31
<i>Figuras 18 y 19: Escáner de ficha de levantamiento y detalle de plano de calificación.</i>	32
<i>Figuras 20 y 21: Muros y apiques.</i>	33
<i>Figuras 22 y 23: Evolución de la vivienda.</i>	33
<i>Figuras 24 y 25: Columnas y piso.</i>	34
<i>Figura 26: Entorno del inmueble desde la carrera 43.</i>	35
<i>Figura 27: Entorno del inmueble desde la calle 67.</i>	36
<i>Figura 28: Perfil urbano.</i>	36
<i>Figura 29: Temperatura.</i>	37
<i>Figura 30: Humedad relativa.</i>	37
<i>Figura 31: Precipitaciones.</i>	38
<i>Figura 32: Brisas.</i>	38
<i>Figura 33: Incidencia de los vientos.</i>	38
<i>Figuras 34 y 35: Perfil típico de Barranquilla.</i>	39
<i>Figura 36: Planos de levantamiento y calificación.</i>	41
<i>Figura 37: Fachada principal.</i>	42
<i>Figura 38: Corte horizontal a profundidad de un metro.</i>	45
<i>Figuras 39 y 40: Corte horizontal a profundidad de tres y ocho metros.</i>	46
<i>Figura 41: Localización.</i>	47
<i>Figura 42: Plano de la Casa Catinchi.</i>	48
<i>Figuras 43 y 44: Hallazgos de exploración.</i>	48





<i>Figuras 45 y 46: Detalle de apique en Casa Catinchi</i>	<i>49</i>
<i>Figura 47: Plano de levantamiento arquitectónico de “Mi vieja Barranquilla”.</i>	<i>50</i>
<i>Figuras 48 y 49: Ficha de apique inmueble Mi Vieja Barranquilla, hoja 1 y 2.</i>	<i>51</i>
<i>Figuras 50 y 51: Cubierta en teja de cemento.</i>	<i>52</i>
<i>Figura 52: Estructura de cubierta en teja de cemento.</i>	<i>52</i>
<i>Figuras 53 y 54: Vista interna de cubiertas en tejas.</i>	<i>53</i>
<i>Figura 55: Cubierta en teja de cemento apoyada sobre durmiente.</i>	<i>54</i>
<i>Figura 56: Aparejo de ladrillos.</i>	<i>55</i>
<i>Figura 57: Irregularidades en planta.</i>	<i>56</i>
<i>Figura 58: Planta regular</i>	<i>56</i>
<i>Figura 59: Irregularidad en altura.</i>	<i>56</i>
<i>Figura 60: Fachada con irregularidad en altura.</i>	<i>56</i>
<i>Figura 61: Adiciones</i>	<i>56</i>
<i>Figura 62: Cimentación hallada en exploración.</i>	<i>59</i>
<i>Figura 63: Nivel de cimentación.</i>	<i>60</i>
<i>Figuras 64 y 65: Grietas y cala estratigráfica.</i>	<i>63</i>
<i>Figura 66: Sistema estructural de la vivienda.</i>	<i>64</i>
<i>Figura 67: Inventario de lesiones</i>	<i>66</i>
<i>Figuras 68, 69 y 70: Fachada y sala.</i>	<i>67</i>
<i>Figuras 71 y 72: Humedades y suciedades.</i>	<i>67</i>
<i>Figuras 73 y 74: Losa de terraza.</i>	<i>67</i>
<i>Figuras 75, 76 y 77: Muros de patio.</i>	<i>68</i>
<i>Figuras 78 y 79: Erosión y oxidación.</i>	<i>69</i>
<i>Figuras 80, 81 y 82: Carbonatación y comején.</i>	<i>69</i>
<i>Figuras 83, 84 y 85: Cubierta y cielo raso.</i>	<i>69</i>
<i>Figura 86: Ubicación de grietas y fisuras</i>	<i>70</i>
<i>Figuras 87, 88 y 89: Grietas en muros de baño y cocina.</i>	<i>70</i>
<i>Figuras 90, 91 y 92: Grietas en depósito.</i>	<i>71</i>
<i>Figuras 93 y 94: Comunidades biológicas y humedades en muros.</i>	<i>71</i>
<i>Figuras 95 y 96: Desprendimientos y aplastamientos.</i>	<i>72</i>
<i>Figuras 97 y 98: Labores.</i>	<i>72</i>
<i>Figura 99: Ausencia de cielo raso.</i>	<i>72</i>
<i>Figuras 100 y 101: Piso en patio uno.</i>	<i>73</i>
<i>Figura 102: Fisuras y grietas en piso.</i>	<i>73</i>
<i>Figuras 103 y 104: Piso en patio dos.</i>	<i>74</i>



<i>Figuras 105 y 106: Apiques y control de fisuras.</i>	76
<i>Figura 107: Localización de apiques.</i>	77
<i>Figuras 108, 109 y 110: Apiques 1 y 2 y cala profunda.</i>	78
<i>Figuras 111 y 112: Fisuras.</i>	79
<i>Figura 113: Control de fisuras.</i>	80
<i>Figura 114: Propuesta de intervención.</i>	83
<i>Figura 115: Fichas de patología.</i>	86
<i>Figura 116: Reforzamiento.</i>	86
<i>Figura 117: Recalce de la cimentación.</i>	87
<i>Figuras 118, 119 y 120: Apuntalamientos.</i>	88
<i>Figura 121: Demolición de muros.</i>	92
<i>Figura 122: Reubicación de espacios.</i>	94



INDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Separación de juntas.</i>	18
Tabla 2 <i>Espesores mínimos en muros estructurales.</i>	19
Tabla 3 <i>Tratamiento de consolidación.</i>	22
Tabla 4 <i>Aislamientos.</i>	22
Tabla 5 <i>Desarrollo urbano de Barranquilla periodo 1922- 1944.</i>	24
Tabla 6 <i>Historia clínica del inmueble.</i>	35
Tabla 7 <i>Categorización de arcillas.</i>	46
Tabla 8 <i>Evaluación del sistema estructural del inmueble.</i>	54
Tabla 9. <i>Evaluación del sistema de cimentación del inmueble.</i>	58
Tabla 10 <i>Medidas mínimas de vigas.</i>	59
Tabla 11 <i>Evaluación del grado de vulnerabilidad.</i>	62
Tabla 12 <i>Resumen de afectaciones en la vivienda con nivel de daño.</i>	74
Tabla 13 <i>Resumen de intervenciones a realizar en construcción original.</i>	84
Tabla 14 <i>Resumen de intervenciones a realizar en construcciones adicionales.</i>	85
Tabla 15 <i>Resumen de intervenciones a realizar en patios y labores.</i>	85
Tabla 16 <i>Presupuesto de intervención.</i>	97
Tabla 17 <i>Esquema general de ejecución por etapas.</i>	100



INTRODUCCIÓN

Las construcciones son una muestra tangible del esplendor o la decadencia de las sociedades, se distinguen por ser testigos palpables de nuestra historia, de nuestros orígenes.

El presente estudio patológico se llevó a cabo en una vivienda de un piso cuyo uso siempre ha sido residencial y se mantiene como ejemplo de la arquitectura domestica barranquillera, en un periodo de transición arquitectónica con miras al modernismo, y en una época de esplendor de dicha ciudad costera. Así, la vivienda se ubica en un lote medianero del Barrio Boston, un sector mayormente residencial y de clase económica media, presentando afectaciones en sus muros por grietas pasantes, humedades y erosiones; en sus pisos, por erosión y hundimientos, y en su cubierta por comunidades xilófagas.

Por medio del documento a continuación se exponen las condiciones intrínsecas del inmueble, abordando la historia de la ciudad, las condiciones meteorológicas, la Norma Sismo Resistente (NSR-10) y el Plan de Ordenamiento Territorial; posteriormente se revisa la producción investigativa con respecto a la geotecnia de Barranquilla, analizando la estabilidad de la estructura por medio de los lineamiento del Título E de la NSR-10 y el Manual de Construcción, Evaluación y Rehabilitación Sismo Resistente de Viviendas En Mampostería; para finalmente adentrarnos en los detalles de las lesiones existentes, las exploraciones de campo y sus resultados, planteando una solución de mejoramiento a nivel integral: consolidando la construcción original (aquella a quién el autor del presente documento le atribuye un gran valor estético e histórico), reubicando los espacios adicionados con el tiempo por sus fallas generalizadas y reforzando los muros perimetrales a nivel de patio.



ANTECEDENTES Y JUSTIFICACION

El inmueble estudiado en el presente documento es de uso residencial y se ubica en el Barrio Boston de la ciudad de Barranquilla sobre la calle 67 N° 43-40, departamento del Atlántico, Colombia. Data de 1936, según placa ubicada en la cubierta del mismo, y pertenece a la familia Mercado Hernández quienes habitan en él desde su construcción. La vivienda se edificó sobre un lote medianero de aproximadamente 300 m², consta de un solo nivel en el que se localizan tres alcobas, sala, comedor, baño, cocina, deposito, labores y dos patios; este inmueble se destaca por presentar características tipológicas propias de las viviendas urbanas de los años 40's de la ciudad de Barranquilla, con elementos que reflejan el periodo de transición entre la arquitectura republicana y la moderna, manteniéndose en el eclecticismo. La edificación ha presentado fisuras, grietas y humedades que han aumentado desde la última década; la familia Mercado ha realizado pequeñas intervenciones, pero no han identificado la causa de las mismas por lo que las lesiones se han mantenido e intensificado.

El estudio patológico del inmueble de la familia Mercado permite el desarrollo y aplicación de los conocimientos de las líneas investigativas impartidas dentro de la especialización en Patología de la Construcción; a su vez, por medio de las conclusiones, recomendaciones y propuestas se logrará mejorar la calidad de vida y el patrimonio de la familia Mercado, cumpliendo con una labor social acorde a la visión de la Universidad Santo Tomás.



OBJETIVOS

Objetivo general

- ✓ Realizar un estudio patológico al inmueble de la familia Mercado ubicada en la ciudad de Barranquilla, costa norte de Colombia.

Objetivos específicos

- ✓ Identificar las lesiones existentes en la vivienda.
- ✓ Establecer la causa de las lesiones evidenciadas, creando una hipótesis.
- ✓ Realizar ensayos de campo que permitan confirmar las causas de las afectaciones.
- ✓ Evaluar las condiciones de suelo y estructura de la vivienda.
- ✓ Crear un diagnostico con recomendaciones a las afectaciones.
- ✓ Generar una propuesta de intervención integral para la salvaguarda del inmueble, buscando mantener sus elementos originales que la constituyen como un referente tangible de la arquitectura del caribe colombiano en el periodo de transición entre la arquitectura republicana y el estilo moderno; garantizando ante todo la estabilidad estructural de la misma.



ALCANCES Y LIMITACIONES

El estudio patológico se realizará a la totalidad del inmueble con el fin de establecer la(s) causal(es) de las lesiones evidenciadas, presentando un concepto de estabilidad estructural y una propuesta integral de intervención a nivel económica y técnica; por medio de:

- ✓ Historia clínica: se recolectarán datos históricos, legales y constructivos de la edificación, realizando una inspección visual para identificar y hacer seguimiento a las lesiones existentes, generando documentos de registro fotográfico, planos de levantamiento y calificación e inventario de lesiones, entre otros.
- ✓ Diagnóstico: exposición de hipótesis de acuerdo a las lesiones evidenciadas y al seguimiento de las mismas, estudio de vulnerabilidad sísmica, identificación y ejecución de ensayos de campo y análisis de los resultados de los ensayos aplicados.
- ✓ Intervención: se realizarán recomendaciones del tratamiento de las afectaciones evidenciadas, dando como resultado una propuesta integral de intervención del inmueble, incluyendo programación y presupuesto de las mismas.

Teniendo en cuenta que el desarrollo de este documento forma parte de un ejercicio académico, no se realizará estudio de suelos, cálculo estructural ni construcción de modelo de estructura del inmueble; en su efecto se realizará verificación del estado del inmueble según la normativa nacional. Así mismo, no se incluirán los costos ni se detallarán las diligencias necesarias para la obtención de permisos gubernamentales propios de la puesta en marcha de las actividades que se recomendarán como intervención.



1. MARCOS REFERENCIALES

1.1 Marco legal

NSR-10.

El diseño, construcción y supervisión técnica de edificaciones en el territorio colombiano se rige por normas mínimas que estipulan los criterios y requerimientos: Normas Sismo Resistentes Colombianas, en su versión vigente NSR-10. Esta norma tiene por objeto minimizar las posibilidades de daño en las obras civiles, garantizando la seguridad de los ocupantes o usuarios de espacios y contribuyendo a la conservación de los bienes de los ciudadanos y el Estado; dando lugar a edificaciones que sean capaces de resistir el uso propio del inmueble y sismos de baja intensidad sin daño, sismos moderados sin fallas estructurales y sismos fuertes sin colapso. Este reglamento fue creado por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica en el año 2010.

La Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS, 2010) establece, para edificaciones construidas anterior a la incorporación de la ley, requisitos para evaluar, adicionar, modificar y remodelar el sistema estructural; regulando el análisis de vulnerabilidad sísmica, así como el diseño de intervenciones para reforzar, rehabilitar y reparar las edificaciones después de un evento sísmico (Capítulo A.10, Evaluación e intervención de edificaciones construidas antes de la vigencia de la presente versión del reglamento).



La figura 1 grafica a manera de resumen el método de análisis para definir el grado de irregularidad de una estructura.

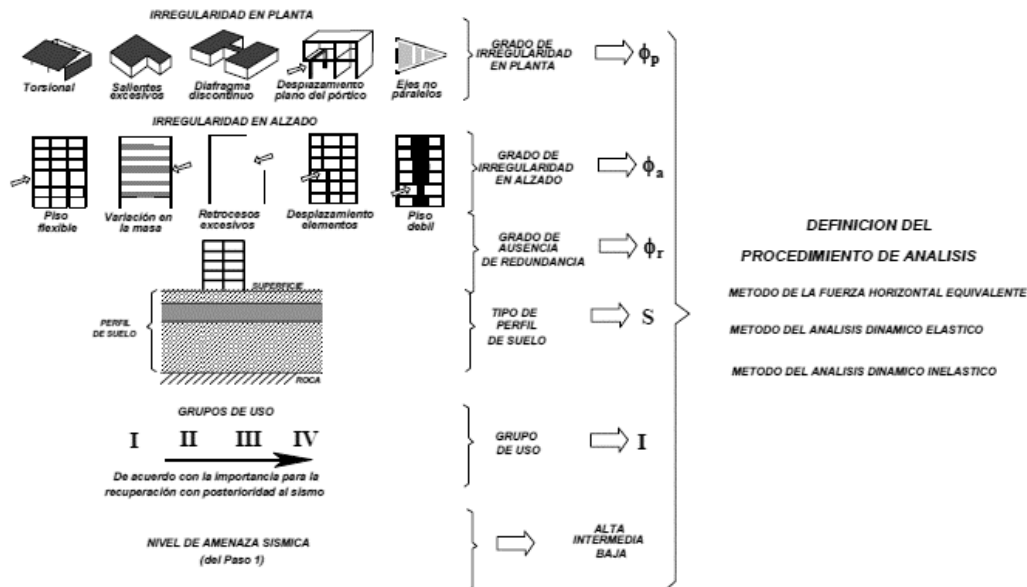


Figura 1: Procedimiento de análisis. Método de definición del grado de irregularidad en una estructura.

Fuente: (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica [AIS], 2010).

Procedimiento para evaluación de la intervención.

- La intervención debe contemplarse en los siguientes parámetros: reparaciones menores, cambio de uso, afectaciones, remodelaciones, reforzamiento y reparación.
- Para iniciar el proceso de intervención se debe recopilar y estudiar la información existente sobre el estudio de suelos, diseño estructural, construcción de la edificación, modificaciones y exploraciones.
- La intervención incluye así la calificación del sistema estructural en cuanto a la calidad del diseño inicial, sistema de cimentación y construcción, estado de mantenimiento y conservación del inmueble.



- Es necesario determinar las sollicitaciones de movimientos sísmicos, clasificar el sistema estructural, el coeficiente de la capacidad de transferencia de energía o fuerzas sísmicas y las cargas propias de la edificación.
- Posteriormente se debe realizar el análisis elástico de la cimentación y el sistema estructural con la finalidad de determinar la resistencia de la estructura existente.
- Los parámetros de intervención se obtienen con el valor de la resistencia existente y el valor de resistencia efectiva de la estructura, teniendo en cuenta los factores de reducción de la misma según los resultados de la calificación del sistema estructural.
- Seguidamente se debe determinar el índice de sobre esfuerzo y utilizar los desplazamientos horizontales para obtener las derivadas de la estructura. En la figura 2 se aprecia el grafico de determinación de la deriva.

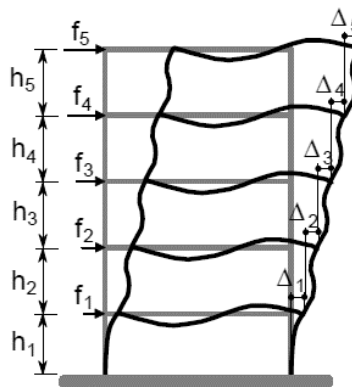


Figura 2: Desplazamientos horizontales. Grafica de determinación de la deriva. Fuente: (AIS, 2010).

- Con la determinación de la deriva, se define el índice de flexibilidad para desplazamientos horizontales y verticales; y se delimita el tipo de intervención estructural como: ampliación adosada, ampliación en altura y actualización a la normatividad.



- Finalmente el procedimiento para la evaluación de la intervención incluye un nuevo análisis del sistema donde se incorpore la intervención propuesta.

Casas de uno y dos pisos.

Seguidamente la AIS (2010) en su Título E determina las bases para construir viviendas de uno y dos pisos en mampostería confinada y de bahareque encementado, para que sean capaces de resistir sismos según lo explicado al inicio de este apartado; generando requisitos generales para un funcionamiento adecuado de los inmuebles ante diferentes cargas de acuerdo a la zona de amenaza sísmica en la que se implanta la vivienda. Estas directrices están enfocadas para profesionales de ingeniería y arquitectura que trabajen en la construcción de viviendas, sin ser especialistas en diseño estructural. De esta forma se definen criterios básicos de planteamiento estructural, entre los que se destacan:

- Un conjunto de muros estructurales unidos entre sí y cuya ubicación espacial permita el funcionamiento monolítico y la resistencia necesaria ante un evento sísmico. Estos muros se deben complementar con una cimentación que sea capaz de transferir al suelo cada una de las cargas o movimientos de los muros; es decir conseguir un sistema de resistencia sísmica que garantice un comportamiento óptimo frente a esfuerzos horizontales y verticales.
- Los muros estructurales deben colocarse en dos direcciones ortogonales, o aproximadamente ortogonales, generando resistencias adecuadas a cargas laterales equidistantes a cada plano.
- Para evitar torsiones, la edificación debe tener una planta lo más simétrica posible. En caso que no pueda conseguirse esta simetría se debe particionar en segmentos independientes unidos por juntas de dilatación sísmica, obteniendo módulos individuales simétricos.



- La integridad estructural depende de la eficiencia de las uniones de los elementos (vigas, columnas, muros, cimentación), del trabajo mancomunado de muros, continuidades verticales y regularidad de la estructura a nivel de plantas y fachadas.
- Deben evitarse las adiciones espaciales, en caso de ser necesarias se recomienda aislarlas. Esto aplica para ampliaciones exteriores o remodelaciones interiores con materiales y sistemas constructivos distintos a lo existente.
- Se requieren juntas sísmicas cuando la proporción entre el largo y ancho es mayor a 3:1, en pendientes superiores al 30% (en el terreno), o cuando existen construcciones independientes. En la tabla 1 se detalla el espacio mínimo de separación según la NSR-10.

Tabla 1

Separación de juntas.

Estructura	j (m/m)	
	Mampostería	Bahareque
Edificación con aberturas de más del 25% de las fachadas	0.015	0.020
Edificación con aberturas de menos del 25% de las fachadas	0.010	0.015

Nota: Espacio mínimo de separación o juntas. Fuente: (AIS, 2010).

- Se recomienda evitar elementos muy pesados en las cubiertas como los tanques de agua, esto debido a que hay una relación directa entre masa y fuerza generadas (fuerzas inerciales).

AIS (2010) define generalidades para las viviendas de uno y dos pisos sobre las cimentaciones, instalaciones hidrosanitarias, especificaciones especiales, mampostería confinada, mortero de pega, espesor y longitud de muros, vigas y columnas de confinamiento, losas, cubiertas, muros medianeros, entre otros.



La tabla 2 señala los espesores mínimos en muros estructurales para casas de uno y dos pisos.

Tabla 2

Espesores mínimos en muros estructurales.

Zona de Amenaza Sísmica	Número de niveles de construcción		
	Un Piso	Dos Pisos	
		1° Nivel	2° Nivel
Alta	110	110	100
Intermedia	100	110	95
Baja	95	110	95

Nota: Para casas de uno y dos pisos, sin incluir pañetes ni acabados. Fuente: (AIS, 2010).

Manual de Construcción, Evaluación y Rehabilitación Sismo Resistente de Viviendas en Mampostería.

La Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, en unión con la Comisión Asesora del Régimen de Construcciones Sismo Resistentes y el Ministerio de Desarrollo Económico de Colombia, y con La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina- LA RED, desarrollaron el Manual de Construcción, Evaluación y Rehabilitación Sismo Resistente de Viviendas en Mampostería. Este manual ilustra y comenta las disposiciones del Título E de la Norma Sismo Resistente NRS-98, facilitando la aplicación de especificaciones mínimas en viviendas unifamiliares o multifamiliares de menos de 15 viviendas.; así mismo permite calcular la vulnerabilidad sísmica para viviendas de uno y dos pisos, identificando las deficiencias que deben ser intervenidas para garantizar la estabilidad frente a un evento sísmico, presentando mecanismos de reforzamiento, reparación y reconstrucción de viviendas vulnerables o afectadas por un evento telúrico. La evaluación a aplicar por medio del Manual se desarrolla en el capítulo 4: ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SISMICA.



Plan de Ordenamiento Territorial De Barranquilla- POT

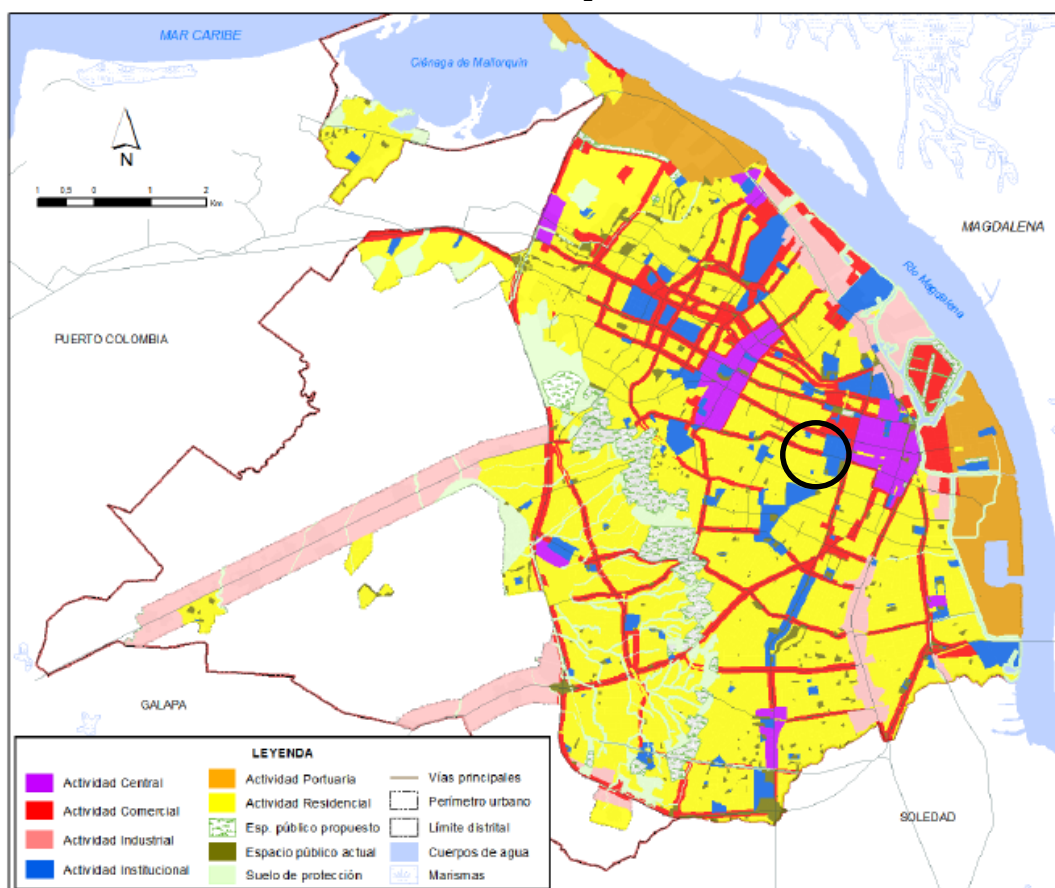


Figura 3: Plano del Distrito Especial Industrial y Portuario de Barranquilla. Se incluyen detalles de actividades y/o usos, con ubicación del inmueble. Fuente: (Alcaldía de Barranquilla, 2012)

La vivienda se encuentra ubicada en un sector de uso residencial del Distrito Especial, Industrial y Portuario de Barranquilla, y hace parte de uno de los barrios tradicionales de la ciudad: El barrio Boston. Partiendo de esta información a continuación datos relevantes a nuestro caso de estudio en lo que respecta a las instrucciones del Plan de Ordenamiento Territorial, en adelante POT, del Distrito.

Como se aprecia en la figura 3, el Distrito Especial, Industrial y Portuario de Barranquilla¹ en su Plan de Ordenamiento Territorial- POT establece la estructura de los usos del suelo a partir de la Clasificación Internacional Industrial Uniforme – CIIU versión 3 de 1989, adoptada por el

¹ En adelante Barranquilla DEIP.



Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas DANE, mediante Resolución 056 de 1998. Por ello el inmueble que nos atañe se ubica en un área predominantemente residencial, con uso a baja y mediana escala de comercio.

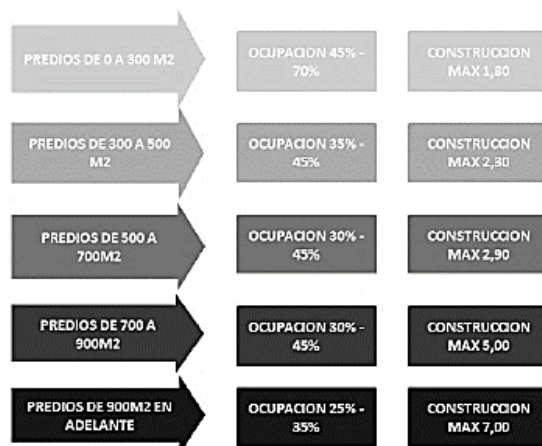


Figura 4: Porcentajes de ocupación. Áreas promedio de predios de la ciudad con porcentajes de ocupación y construcción según la norma vigente. Fuente: (Alcaldía de Barranquilla, 2012)

Las áreas de uso residencial son aquellas donde las viviendas se constituyen como el uso predominante, ya sean a nivel de núcleos familiares o agrupación de individuos; así las unidades residenciales se agrupan por el número de inmuebles conglomerados con un mismo acceso y zonas comunes en: unifamiliares, bifamiliares, trifamiliares y multifamiliares. En la figura 4 se aprecian los porcentajes de ocupación según promedio de área para los predios de la ciudad.

Tratamiento de consolidación

Como lo describe la Alcaldía de Barranquilla (2012) el Tratamiento de Consolidación se emplea en sectores urbanos con una variada oferta de infraestructura y espacios públicos; y consiste en incrementar los valores intrínsecos existentes, acrecentando las mejoras en los servicios de infraestructura y equipamiento con el fin de minimizar las condiciones que obstaculizan el funcionamiento adecuado de los mismos.



Tabla 3

Tratamiento de consolidación.

BARRIO	TRATAMIENTO	TIPO TRATAMIENTO
BARRIO ABAJO	Conservacion	Patrimonial
	Consolidacion	Especial
		Nivel 1A
		Nivel 1B
		Nivel 2
		Nivel 3
	Renovacion	Reactivacion
BELLA ARENA	Consolidacion	Redesarrollo
BELLAVISTA	Consolidacion	Nivel 1B
BERNARDO HOYOS	Suelo de Proteccion	Patrimonial
BETANIA	Suelo de Proteccion	Suelo de Proteccion
		Nivel 1B
		Nivel 2
BOSTON	Consolidacion	Nivel 3
		Especial
		Nivel 2
		Nivel 3

Nota: Ubicación del barrio Boston y tratamiento definido por el POT. Fuente: (Alcaldía de Barranquilla, 2012).

Las tablas 3 y 4 señalan el tratamiento a aplicar en el inmueble y los aislamientos normativos según su ubicación.

Tabla 4.

Aislamientos.

ALTURA MAXIMA (Pisos)	TIPOLOGIA EDIFICATORIA	AISLAMIENTO MINIMO LATERAL (MT)		AISLAMIENTO MINIMO FONDO (MT)
		LATERAL 1	LATERAL2	
3	Continua	N/A		2,5
	Pareada	2	N/A	
	Aislada	1,5	1,5	
4	Pareada	3	N/A	4
	Aislada	2	2	
5 a 6	Aislada	3	3	
7 a 9		4	4	
10 a 12		5	5	5

Nota: Norma propuesta para aislamientos de las edificaciones. Fuente: (Alcaldía de Barranquilla, 2012).

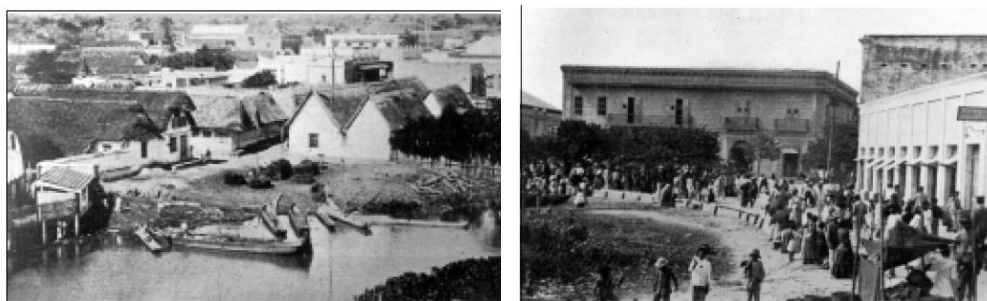
Así, precisamos que el inmueble:

- Cumple con los requerimientos legales de conformidad con el Plan de Ordenamiento Territorial de la ciudad de Barranquilla y no pertenece al inventario de patrimonio inmueble de la ciudad.
- La característica propia de su zona es la consolidación de los inmuebles construidos en el área, a través de la modificación de estos, dentro de los cuales se permite incluso la ampliación hasta la altura de 12 pisos.



1.2 Marco histórico

La ciudad surge como un asentamiento donde residen, conviven, trabajan y estudian diversos tipos de individuos; de tal manera que encuentren en esta espacios públicos y privados en los que satisfagan cada una de sus necesidades. La ciudad de Barranquilla inició como un pequeño caserío frente al Río Magdalena, que fue poblado y concebido como un sitio de libres, reuniendo comerciantes nacionales y extranjeros para dar lugar a lo que fue el primer centro industrial del caribe colombiano. Barranquilla D.E.I.P. es la capital del departamento del Atlántico, forma parte de la Región Caribe de Colombia y es una ciudad costera que creció al occidente del Río Magdalena. En las figuras 5 y 6 se aprecia el crecimiento urbano desde el hoy llamado Centro Histórico de la ciudad en los años de 1880 y 1912, respectivamente.



Figuras 5 y 6: Inicios de la ciudad de Barranquilla. Plaza Ujueta o del acueducto en 1880 y 1912.

Fuente: (Vergara, 1946).

A principios del siglo XVII, Barranquilla era un pequeño asentamiento de pescadores y campesinos sin ninguna importancia dentro de las relaciones de la Colonia. La barranca a lo largo del río Magdalena era el atracadero de canoas que surcaban los caños y el río, efectuando actividades menores de intercambio entre las poblaciones ribereñas, con Cartagena y Santa Marta. De ahí el nombre de Barranquilla, que quiere decir barranca pequeña. Esta característica de pueblo ribereño se conservó hasta la mitad del siglo XIX y su población no sobrepasaba los doce mil habitantes.



En palabras de Meisel (2008):

A comienzos del siglo XX, Barranquilla era la ciudad colombiana con el mayor crecimiento demográfico y tenía una economía muy dinámica, era el principal puerto colombiano, la tercera ciudad del país en población y su ingreso per cápita era uno de los más altos de Colombia. (p. 3).

Según Solano & Conde (1993) citado por Sánchez, (2003, p.42), la consolidación de la ciudad moderna se dio gracias al avance de los servicios de infraestructura públicos como el caso del acueducto que se inició en 1920, materializada en 1925 por la Empresas Publicas Municipales; y la firma Electric Bond and Share que en 1927 compró la antigua fábrica de la familia Obregón, más tarde William Laad fundó la Compañía General de Urbanizaciones, construyendo el barrio Boston al sur del Barrio el Prado, donde se sitúa el inmueble estudiado. Posteriormente, en 1929 se desarrollaron otros barrios como Delicias y Olaya por N. Salcedo Ramón & Cía, El Recreo, por Francisco Insignares; San Felipe, Montes y El Valle como loteo², barrios tradicionales dentro del imaginario popular del barranquillero. Véase tabla 5: desarrollo urbano de Barranquilla.

Tabla 5

Desarrollo urbano de Barranquilla periodo 1922- 1944.

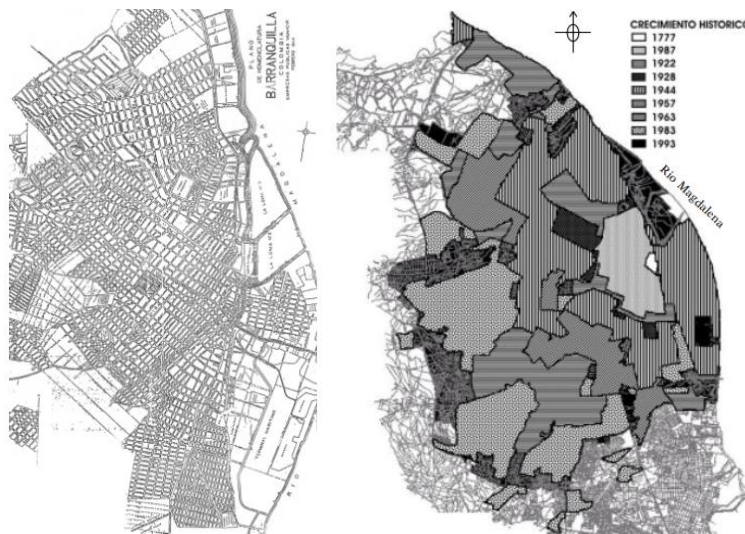
Barrio	Tipo de desarrollo	Promotor	Año	Hectárea
Chiquinquirá	Invasión			7.57
Boston	Urbanización	William Laad		96.72
El Recreo	Urbanización	Francisco Insignares	1926/36	111.96
Olaya	Urbanización	Salcedo Ramón & Cía.		89.71
Las Delicias	Urbanización	I. Salcedo Ramón & Cía.		65.74
Colombia	Urbanización	Cía. General de Urbanizaciones		62.23
América	Urbanización	Cía. General de Urbanizaciones		6.52
El Porvenir	Urbanización	Compañía Urbanizadora el Porvenir	1.944	56.15
Altos del Prado	Urbanización	I.C.T. Parrish & Cía.	1935/44	108.36
El Paraíso	Urbanización	I.C.T.		74.31

Nota: Ubicación del Barrio Boston. Fuente: (Archivo del Departamento Administrativo de Planeación Distrital [DAPD], s.f.) citado por Sánchez (2003, p. 24).

² Corresponde a parcelas delimitadas con algunos servicios colectivos, pero sin servicios públicos.



El Barrio Abajo se constituyó en residencia de obreros portuarios, clase media y empleados, y el Barrio Arriba o Rebolo, fue el lugar de asentamiento de los sectores populares y artesanos, que basaban su comercio en las actividades realizadas alrededor del mercado. Alrededor de la Plaza de San Nicolás y al lado y lado del Paseo Bolívar, en ese entonces Calle Ancha, se empezaron a construir edificaciones de dos niveles para las familias de mayor capacidad adquisitiva. Los elementos de esta arquitectura se caracterizaron por ser básicamente Neoclásicos y Renacentistas, destacándose las columnas y volutas, cariátides, medallones y guirnaldas. Posterior a la recesión que se extendió por la crisis de 1929, Barranquilla consiguió incrementar su economía con la construcción de un puerto al interior del Río Magdalena, reflejado en un aumento del crecimiento urbano del 260.32%; se estableció en esta época el desarrollo de la isla de Barranquillita (proyecto que no se desarrolló debidamente por el nivel topográfico de esta). Las figuras 7 y 8 corresponden a mapas del crecimiento de la ciudad, mostrando primeramente la extensión del área urbana en 1944, y luego sobreponiendo los crecimientos hasta el año de 1993.



Figuras 7 y 8: Crecimiento histórico de Barranquilla. Planos de Barranquilla en 1944 y crecimiento histórico hasta 1993. Fuente: (Empresas Publicas Municipales, s.f). citado por Sánchez (2003, p.25, 39).



Así, el inmueble estudiado es una muestra tangible del crecimiento urbano de la ciudad de Barranquilla, en una época de auge económico y sociocultural; razón que a juicio del autor del presente documento incrementa el valor del inmueble, dado que este conserva sus formas y materiales originales.

1.3 Marco contextual

Como se mencionó anteriormente, el inmueble objeto de estudio del presente documento se ubica en Barranquilla D.E.I.P., en un barrio tradicional de la ciudad como lo es el Barrio Boston. La ciudad de Barranquilla, por ser una ciudad costera se caracteriza por un clima cálido y húmedo, con periodos marcados de sequía y lluvia que varían a lo largo del año, (septiembre y diciembre son los meses más lluviosos). Como una característica especial, cabe mencionar que Barranquilla presenta una pendiente inclinada con orientación hacia el río Magdalena, en su costado este. La figura 9 corresponde a la localización del inmueble a nivel nacional y local.

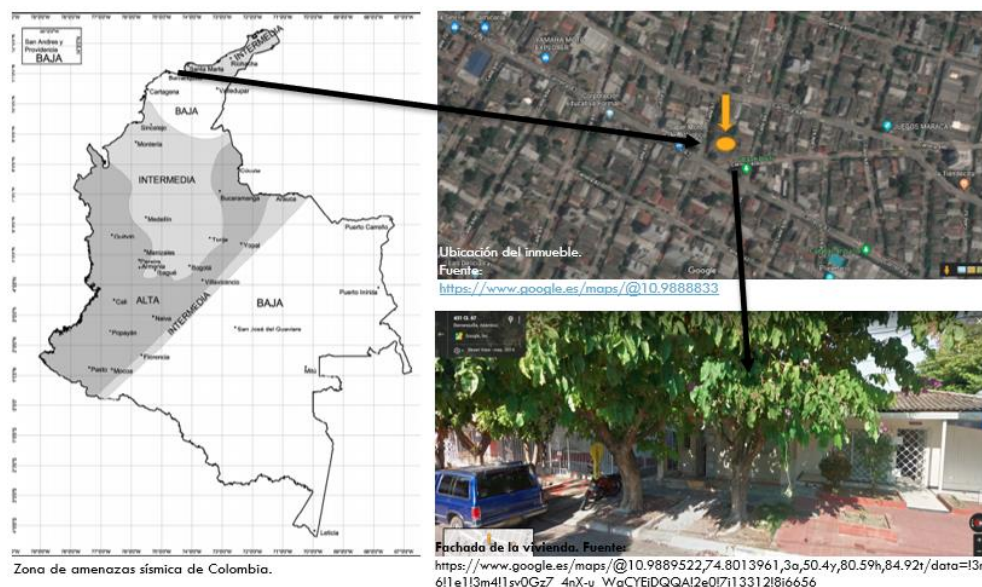


Figura 9: Localización del inmueble. Ubicación de la ciudad de Barranquilla en el mapa de zonas de amenazas sísmicas de Colombia, localización de la vivienda a nivel de barrio y fachada del inmueble. Adaptado de: (AIS, 2010) y (Google, 2018).



Debido al crecimiento no planificado de la mayor parte de la ciudad, esta no cuenta con un sistema de desagüe de aguas lluvias para las vías, razón por la cual en temporadas de lluvia se presentan fenómenos conocidos como “arroyos” que corresponden a escorrentías de aguas lluvias que se desplazan en sentido oeste- este a gran fuerza y velocidad desembocando en el río Magdalena y que paralizan por completo el flujo vehicular y peatonal de la ciudad. Este fenómeno afecta al inmueble estudiado puesto que el mismo se localiza entre dos vías afectadas por los arroyos, quedando en una especie de isla. A pesar de las recientes inversiones e intervenciones urbanas para la “canalización de arroyos” aún no se ha intervenido las vías contiguas a la vivienda; sin embargo, esto no genera ningún tipo de inundación en el inmueble o las edificaciones aledañas.

El inmueble, de aproximadamente 80 años, se ubica en un lote medianero de aproximadamente 262 m², de los cuales solo se encuentra en ocupación 73 m² ubicados en la parte delantera del lote, véase figura 10.

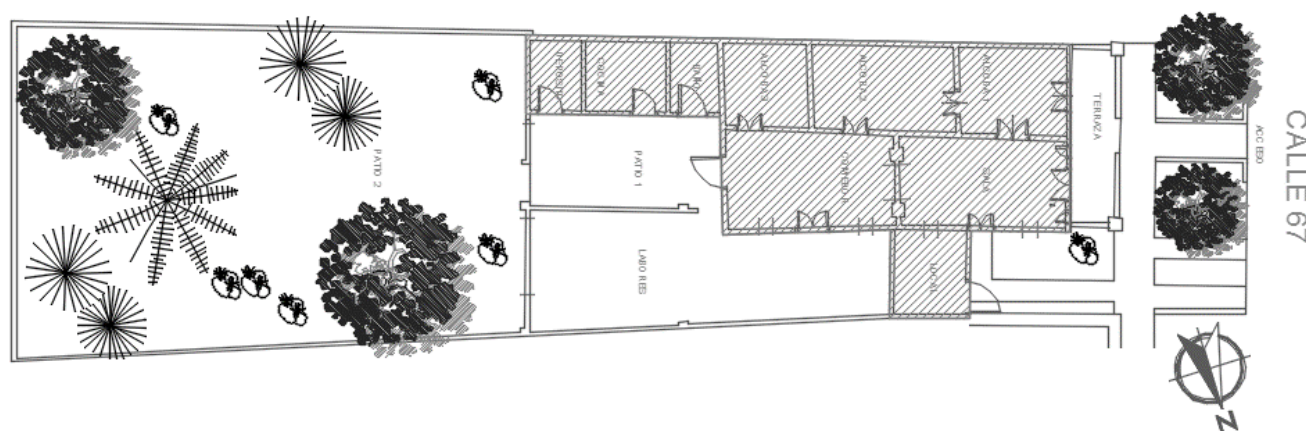


Figura 10: Levantamiento arquitectónico. Plano del inmueble con demarcación de área construida. Fuente: Elaboración propia.

La vivienda está constituida por un solo nivel en el que se encuentran tres alcobas, sala, comedor, cocina, baño, depósito, labores y dos patios de gran tamaño. Presenta variaciones a



nivel de cotas internas, los patios se sitúan a aproximadamente 0.50 metros bajo la cota de la vía y del área construida. A nivel estético el inmueble corresponde a una arquitectura ecléctica, propio del periodo de transición entre la arquitectura republicana y la arquitectura moderna; en su fachada principal se observa un frontón con losa maciza en concreto y sobre este un muro con un óculo cuadrifoliado, sobre el muro se apoya la cubierta a dos aguas en teja de cemento y estructura de madera a par y nudillo. La losa maciza esta sostenida por dos columnas con capiteles corintios, fustes circulares de material desconocido y plataforma en ladrillo macizo cocido. La carpintería es mixta con uso de madera para puertas y ventanas y rejas en hierro forjado sobre las mismas, las puertas y ventanas son de una y dos hojas y sobre estas se conservan entamborados en madera con diseño cuadrifoliado, y molduras en yeso en su parte superior.



Las figuras 11, 12 y 13 corresponden a fotografías de detalles de la vivienda a nivel de su ventaneria, capiteles en columnas de fachada y óculo sobre muro de fachada principal.



Figuras 11, 12 y 13: Detalles de ornamentación. Ventanas a dos hojas con rejas en hierro forjado, detalle de capitel y óculo cuadrifoliado. Fuente: Elaboración propia.



2. METODOLOGIA

La metodología para llevar a cabo el estudio patológico del inmueble propiedad de la familia Mercado Hernández se resume en la figura 14 a continuación.

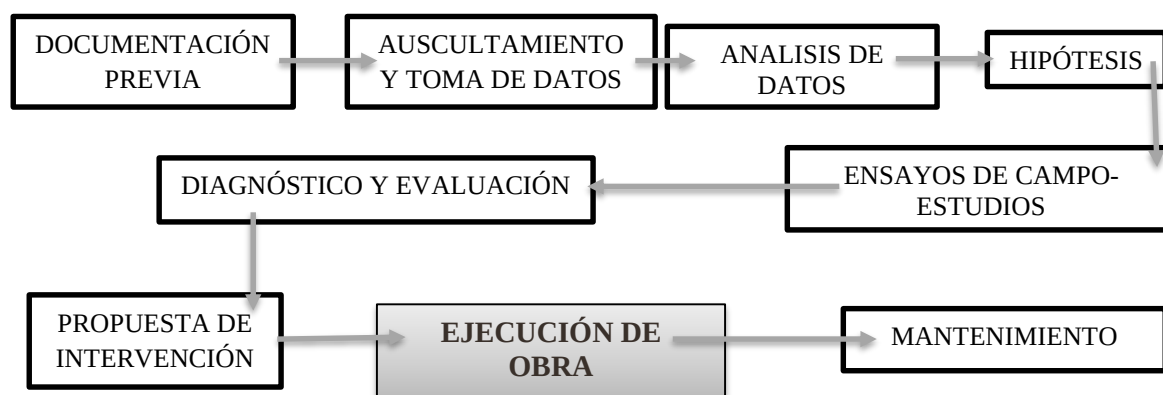


Figura 14: Metodología. Resumen de metodología para llevar a cabo el estudio patológico del inmueble residencial de la familia Mercado Hernández. Fuente: Elaboración propia.

2.1 Documentación previa: preparación y planteamiento del estudio

Debido a que los propietarios del inmueble no contaban con ningún tipo de planimetría del inmueble, y al ser una edificación construida entre 1930 y 1940 (véase marco histórico y concepción del Barrio Boston), se optó por realizar como primera medida un levantamiento arquitectónico no tan riguroso como lo señala el Ministerio de Cultura en su Cartilla de levantamiento, pero, sí tomando de este conceptos fundamentales como es el de las medidas en diagonales. Se realizó de esta manera fichas de levantamiento e inspección para registro fotográfico, véase anexos 1 y 2, tomando anotaciones de las dimensiones de grietas y fisuras encontradas. Por tratarse de un inmueble residencial, de propiedad de la familia que lo habita no se requirieron permisos de entidades estatales o de planeación, si no que de manera concertada



con los propietarios se realizaron las visitas necesarias. En la figura 15 se aprecia la ficha de levantamiento arquitectónico elaborada para llevar a cabo dicha actividad.

	
	CASA MERCADO HERNANDEZ BARRANQUILLA- ATLANTICO
	LEVANTAMIENTO ARQUITECTONICO
	Responsable: Claudia Milena Castillo Barrios
	Espacio:
	Ficha N°:
	Observaciones:
04/01/2018	

Figura 15: Ficha de levantamiento. Formato. Fuente: Elaboración propia.

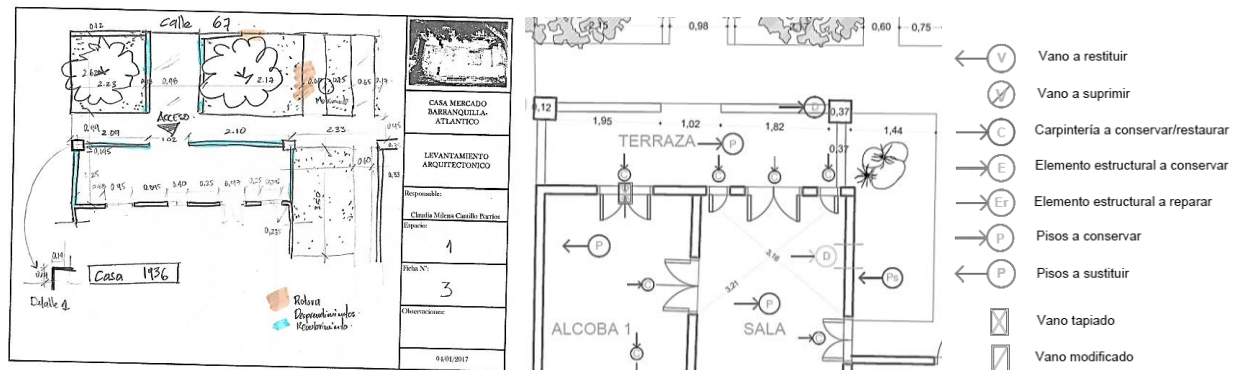
El levantamiento arquitectónico y el auscultamiento inicial fueron realizados por el autor del presente documento con un ayudante, en dos jornadas matutinas para mejor calidad de fotografías, mejor interpretación de medidas y mejor inspección de lesiones, no se consideró necesario realizar niveles para medición, pero sí el uso de diagonales con el criterio de usar mínimo dos en cada espacio. Esta actividad se realizó en enero del año 2018. Dentro de la documentación se incluyó la medición de desplazamientos y grietas y se diagramó la ubicación de lesiones en las fichas de levantamiento como se puede apreciar en las figuras 16 y 17.



Figuras 16 y 17: Documentación arquitectónica, proceso. Medición de afectaciones y proceso de levantamiento fotográfico. Fuente: Elaboración propia.



La figura 18 a su vez, permite apreciar las convenciones usadas para señalar roturas y desprendimiento; mientras que en la figura 19 se muestra un detalle del plano de calificación que incluye un primer acercamiento a la propuesta de intervención.



Figuras 18 y 19: Escáner de ficha de levantamiento y detalle de plano de calificación. Incluye convenciones. Fuente: Elaboración propia.

Para continuar con el estudio del paciente se establece la necesidad de realizar ensayos de campo a nivel de exploraciones y/o apiques para descubrir los cimientos; así como medición de grietas y fisuras, estableciendo patrones de comportamiento de las afectaciones del inmueble. Por ello se estableció una nueva inspección que se realizó aproximadamente 12 meses después de la toma inicial de medidas, tiempo más que suficiente para la confirmación de la actividad o inactividad de las lesiones. Estas exploraciones se realizaron en una jornada laboral, con un equipo operativo que incluyó un oficial de construcción y un ayudante, bajo la supervisión del autor del presente estudio.

Como medidas preventivas se estipuló la compra de material cementante para cubrir o reparar elementos que pudieran afectarse, así mismo se toma la decisión de no hacer exploraciones en los muros perimetrales laterales y posterior (muros de patio) pues su estado de conservación demuestra fallas a nivel de resistencia de elementos que podrían ocasionar afectaciones severas en el estado de la vivienda.



Figuras 20 y 21: Muros y apiques. Estado de muros laterales perimetrales y muestra de exploración de cimientos a través de apiques. Fuente: Elaboración propia.

La figura 20 expone el estado de los muros perimetrales de la vivienda, mientras que en la figura 21 se presenta una exploración a nivel de apique de cimentación que se ha tomado como ejemplo para la ejecución de los ensayos de campo.

2.2 Historia clínica: auscultamiento y toma de datos

La evolución de la vivienda a través de aproximadamente cuatro décadas se aprecia en las figuras 22 y 23, señalando que la única variación corresponde a la pérdida del muro bajo con balaustrada de la fachada principal, destacándose la permanencia de elementos, materiales y características formales.



Figuras 22 y 23: Evolución de la vivienda. Fotografías de la vivienda a mediados de los años 80's y diciembre de 2017. Fuentes: (Archivo familia Hernández, s.f.) y elaboración propia.



Figuras 24 y 25: Columnas y piso. Detalle de capitel corintio en columnas y piso de cemento en fachadas. Fuente: Elaboración propia.

La vivienda mantiene a nivel general sus elementos constructivos iniciales como es el caso de las rejas en hierro forjado, carpintería en madera con sus entablados, columnas con capitel corintio y los populares pisos de Pompeya o de cemento hidráulico. Las figuras 24 y 25 permiten evidenciar el estado de la construcción del inmueble y de sus elementos y materiales constitutivos.



La tabla 6, a continuación, incluye los aspectos fundamentales en cuanto a la historia clínica del inmueble.

Tabla 6

Historia clínica del inmueble.

1. DATOS GENERALES DEL PACIENTE		
1.1	NOMBRE	Inmueble Residencial de la familia Mercado Hernández
1.2	LOCALIZACION	Calle 67 N° 43-40, Barrio Boston. Barranquilla- Colombia.
1.3	USO	Residencial- unifamiliar
1.4	FECHA DE CONSTRUCCIÓN	1930- 1940
1.5	SISTEMA CONSTRUCTIVO	Posible cimentación superficial corrida, con muros de carga sin aparente confinamiento.
1.6	TECNICA CONSTRUCTIVA	Se destaca el empleo de ladrillo macizo cocido para mampostería, cubierta a dos aguas en teja de cemento soportada por vigas de madera a nivel de pares y correas. No se evidencian columnas ni vigas de amarre superior para muros. Solo se encuentra un elemento en concreto: losa sobre terraza de aproximadamente 6 m ² , sobre esta se levanta un frontón (propio de la época de construcción) posiblemente en mampostería. La cimentación se intuye superficial y se estima que esta sea en concreto ciclópeo, propio de la época de construcción del inmueble.
1.7	USO ACTUAL DEL SECTOR	Residencial
1.8	IMPORTANCIA DEL PACIENTE	El inmueble conserva las características arquitectónicas y elementos propios del surgimiento del barrio Boston y de la historia misma de Barranquilla, formando parte del patrimonio económico de la familia Mercado Hernández.
1.9	NORMATIVA ACTUAL	NSR- 10 y POT
1.10	CONTEXTO AMBIENTAL Y RIESGOS	El inmueble se ubica en una zona residencial, con edificaciones vecinas correspondientes a viviendas de uso unifamiliar a manera general, no se evidencian construcciones superiores a dos niveles. Se destaca que la manzana donde se ubica el paciente se encuentra localizada entre dos vías principales de la ciudad: las carreras 43 y 44, vías afectadas por el fenómeno de los arroyos descrito en el marco contextual del presente documento. La figura 26 permite apreciar el entorno adyacente del inmueble desde la carrera 43.



Figura 26: Entorno del inmueble desde la carrera 43. Fuente: (Google, 2017).

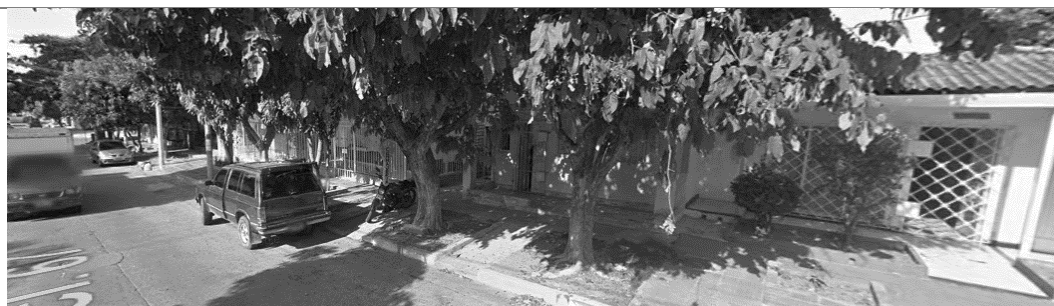


Figura 27: Entorno del inmueble desde la calle 67. Fuente: (Google, 2017).

En la figura 27 se aprecia el entorno de la vivienda desde la calle en la que se implanta: la calle 67.

2. ESTRUCTURA	
2.1 TIPO DE CIMENTACION	Superficial continua.
2.2 ALTURA	Aproximadamente tres metros en punto máximo (cubierta de cubierta).
2.3 AREA	262 m ² de lote y 73 m ² de construcción.
2.4 ESTADO DE CONSERVACION	El inmueble presenta un estado de conservación regular; manteniendo los pisos, la carpintería, elementos decorativos, cubierta en teja de cemento y muros originales. Sin embargo, presenta adiciones espurias a nivel de patio en las que se evidencian grietas, fisuras y humedades. Posiblemente la vivienda esté localizada sobre arcillas expansivas que a nivel de patio han generado hundimientos en plantilla de piso, humedad por filtración y grietas perpendiculares al mismo.
2.5 INFORMACION EXISTENTE	La familia Mercado señala que no existe ningún tipo de información sobre el proceso constructivo de la vivienda.
2.6 HABITABILIDAD	Aceptable.
2.7 PLANIMETRIA	Ver figuras 36 y 37.
3. APLICACIÓN PATOLOGICA: GERIATRICA	
4. DATOS DEL ENTORNO	
4.1 EDIFICACIONES U OBRAS VECINAS	Edificaciones unifamiliares de uno a dos niveles, destacándose un taller automotriz en la esquina de la manzana donde se localiza el inmueble. En la figura 28 se aprecia el perfil urbano de las edificaciones cercanas.



Figura 28: Perfil urbano. Edificaciones contiguas a nivel de carrera 43. Fuente: (Google, 2017).



4.2 **MEDIO AMBIENTE** Se destaca la contaminación atmosférica moderada propia de dos vías principales de la ciudad.

4.3 **TEMPERATURA** La figura 29 corresponde a un grafico de la temperatura promedio de la ciudad de Barranquilla.

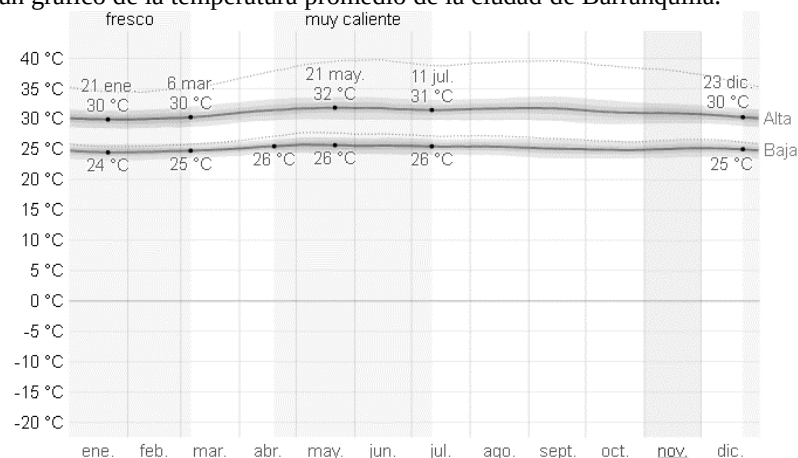


Figura 29: Temperatura. Clima promedio de la Ciudad de Barranquilla.
[Imagen de Weather Spark]. (s.f.). Temperatura máxima y mínima promedio. Recuperado de:
<https://es.weatherspark.com/v/23451/Clima-promedio-en-Barranquilla-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o>

4.4 **HUMEDAD RELATIVA** En la figura 30 se aprecia la humedad relativa de la ciudad, con porcentajes de 80% para la mayor parte del año.

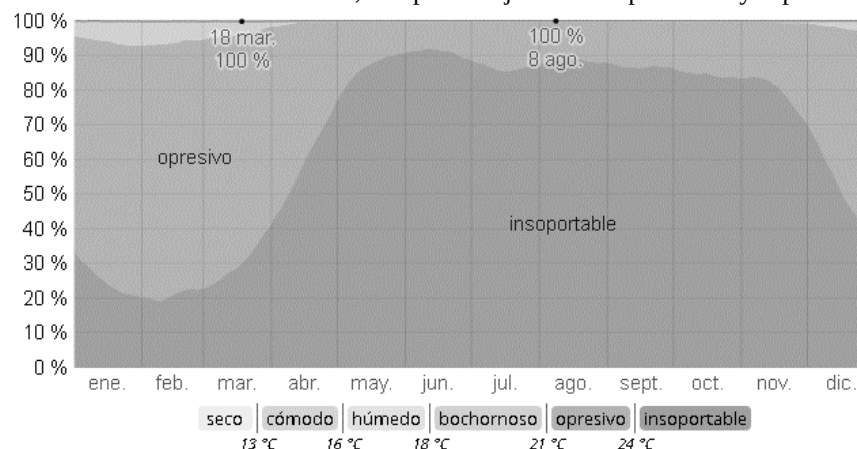
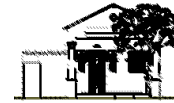


Figura 30: Humedad relativa. Gráfico de humedad relativa en la ciudad de Barranquilla durante el año. [Imagen de Weather Spark]. (s.f.). Niveles de comodidad de la humedad. Recuperado de: <https://es.weatherspark.com/v/23451/Clima-promedio-en-Barranquilla-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o>



- 4.5 **PRECIPITACIONES** El promedio de precipitaciones en la ciudad para el mes más lluvioso corresponde a 150 mm, como se registra en la figura 31.

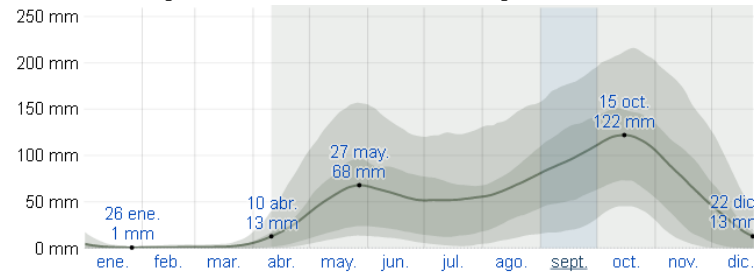


Figura 31: Precipitaciones. Lluvia mensual promedio en Barranquilla. [Imagen de Weather Spark]. (s.f.). Precipitación de lluvia mensual promedio. Recuperado de: <https://es.weatherspark.com/y/23451/Clima-promedio-en-Barranquilla-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o>

- 4.6 **VELOCIDAD DEL VIENTO** La velocidad del viento presenta su punto máximo en febrero con brisas de hasta 25 Km/h, en la figura 32 se pueden apreciar la variación de la velocidad de la brisa durante un año promedio. Se presentan vientos predominantes en el sentido noreste, se señalan en la figura 33 la incidencia de estos sobre el inmueble estudiado.

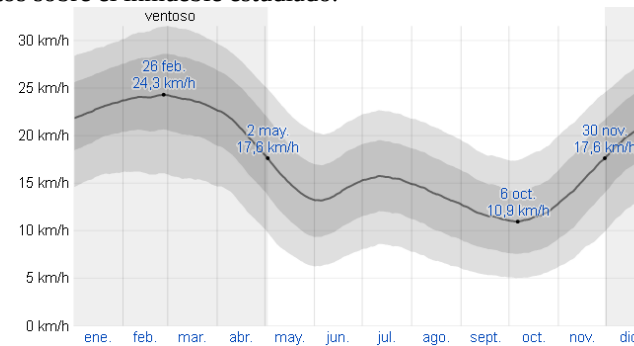


Figura 32: Brisas. Velocidad de las brisas en Barranquilla. [Imagen de Weather Spark]. (s.f.). Velocidad promedio del viento. Recuperado de: <https://es.weatherspark.com/y/23451/Clima-promedio-en-Barranquilla-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o>

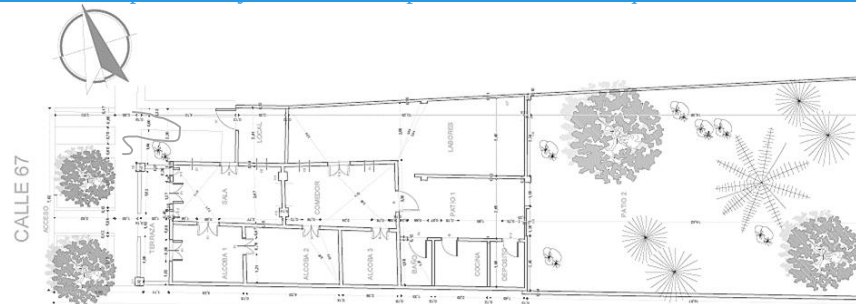
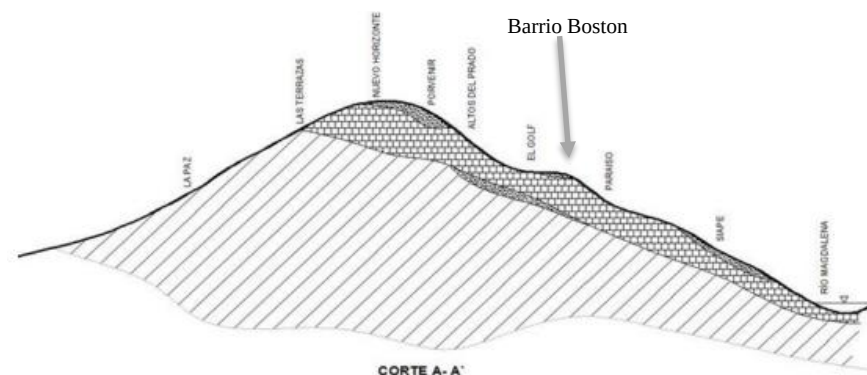
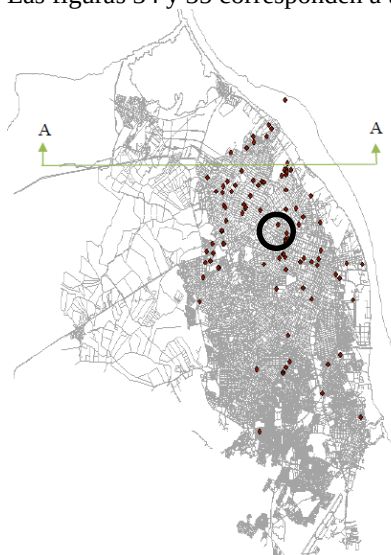


Figura 33: Incidencia de los vientos. Fuente: elaboración propia.



4.7	MOVIMIENTOS EN MASA	No registrados.
4.8	SISMICIDAD	La ciudad se localiza en una zona sísmica de baja incidencia.
4.9	TOPOGRAFÍA	Las figuras 34 y 35 corresponden a un perfil típico de la ciudad junto con la ubicación del barrio donde se emplaza el inmueble.



Figuras 34 y 35: Perfil típico de Barranquilla. Fuente: (Moreno, 2014).

4.1	NIVEL FREATICO Y ESCORRENTIAS	Al corte del presente documento no se ha realizado estudio de suelos para determinarlo.
5. DESCRIPCION ARQUITECTONICA		
5.1	ESTILO ARQUITECTONICO	Ecléctico, muestra el proceso de evolución de la arquitectura republicana a la moderna. Manteniendo las características principales del periodo en que fue construido: pisos en baldosa de cemento hidráulica tipo Pompeya, cubierta a dos aguas en teja de cemento sobre vigas de madera, losa de terraza en concreto con frontón en mampostería y óculo superior, carpintería en madera con entaborado superior, rejas en hierro forjado para puertas y ventanas, puertas de hojas dobles y cielo raso en lámina de asbesto cemento.
5.2	CONTEXTO HISTORICO	La vivienda se ubica históricamente en la época de crecimiento urbanístico de Barranquilla, el barrio Boston fue diseñado unos años después del diseño del Barrio Prado con el que colinda, un momento icónico en el desarrollo de la ciudad. Véase marco histórico.
5.3	MATERIALES	Ladrillo macizo cocido, tejas de cemento, vigas de madera para cubierta, pañete en mortero de cemento, madera para puertas y ventanas, hierro forjado para rejas, pisos en baldosa de cemento, losa maciza en concreto para terraza y cimentación en concreto ciclópeo.



5.4	PROCESO CONSTRUCTIVO	Se intuye que se realizó excavación superficial para cimentación, con posterior levante de muros de carga en ladrillo cocido y armado de cubierta a dos aguas en tejas de cemento.
5.5	DESCRIPCION ESTRUCTURA	Estructura de cimentación superficial en concreto ciclópeo, muros en ladrillo macizo cocido, ausencia de elementos de confinamiento en muros. A nivel de fachada se realizó losa de concreto maciza, propia de la época, apoyada sobre dos columnas a cada extremo en mampostería con capiteles corintios.

Nota: Se agrupa información histórica, constructiva y contextual del inmueble. Fuente: Elaboración propia.



2.3 Planos

La figura 36 corresponde a los planos de levantamiento y calificación resultantes de la actividad de documentación arquitectónica del presente estudio patológico, para mayor apreciación de los mismos se recomienda ver el anexo 8: planos de levantamiento, calificación, fachada y detalle de cimentación.

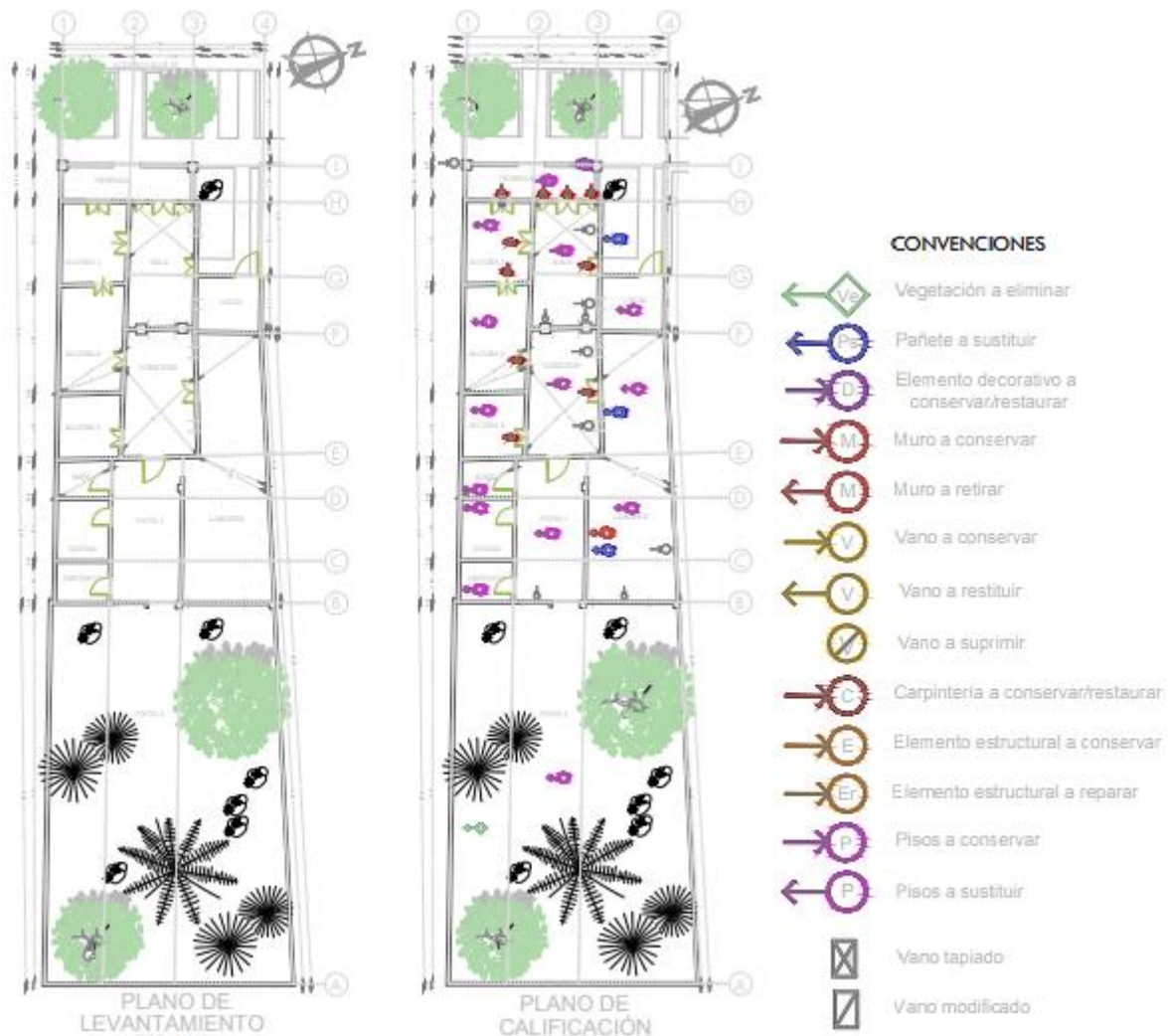


Figura 36: Planos de levantamiento y calificación. Fuente: Elaboración propia.



La fachada principal del inmueble, con sus detalles de materiales y cotas de dimensión se aprecian en la figura 37.

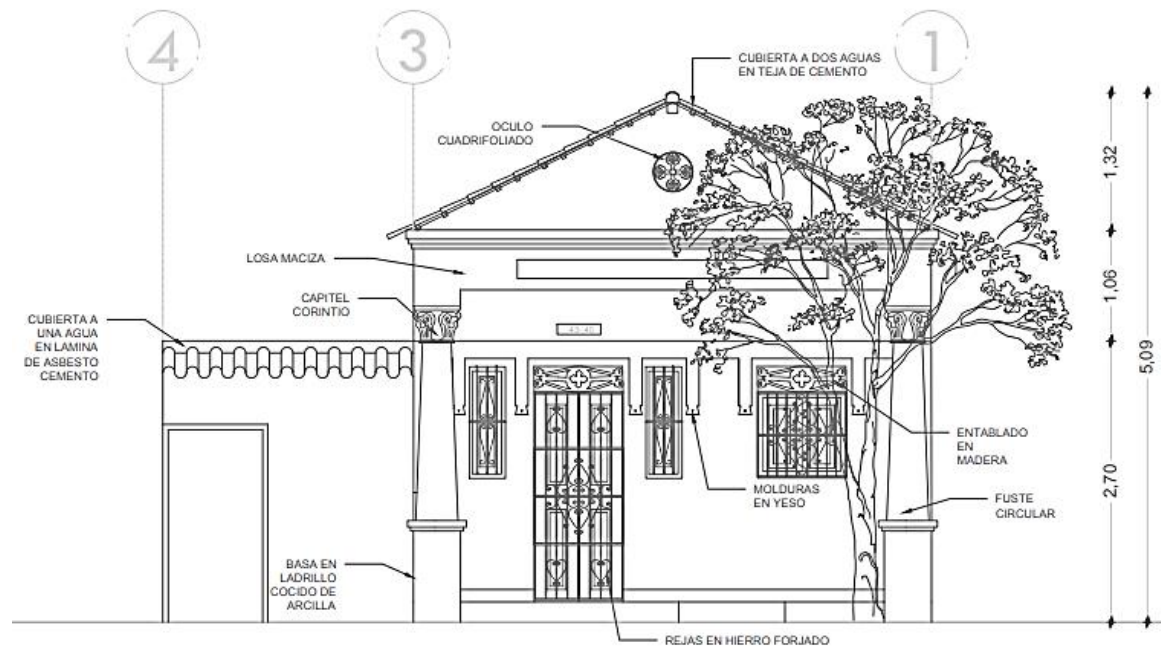


Figura 37: Fachada principal. Fuente: Elaboración propia.



3. GEOTECNIA

En cuanto a la geotecnia, es menester iniciar indicando que en Barranquilla se distinguen desde sus orígenes (Paleoceno superior) la presencia de pétreos sedimentaros con consolidación débil o carentes de esta, como lo asegura el (Instituto de Investigación e Información Geocientífica, Minero-Ambiental y Nuclear [INGEOMINAS], 2001), quien además añade que hubo distintas etapas de moldeamiento, sedimentación y suspensión de sedimentación. Los sedimentos deben su origen a causas marinas y fluviales, encontrando depósitos de arenilla playera y minerales calizos propios de arrecifes que hacen presencia de manera intercalada en el subsuelo de Barranquilla. Así, geotécnicamente hablando, la costa caribe colombiana surge de la influencia recíproca entre las placas Caribe, Nazca y Suramérica, de tal forma que Barranquilla está localizada en los cinturones de Sinú y San Jacinto; sin destacarse la presencia de fallas significativas a nivel regional (Moreno, 2013).

Las conclusiones de las investigaciones elaboradas por el programa de Ingeniería Civil de la Universidad de la Costa³, tomados como base del presente capítulo, permiten evidenciar la presencia de diversos tipos de suelos con propiedades físicas y mecánicas disimiles, por lo que se infiere que el subsuelo de Barranquilla está constituido por suelos como: arenas medias a finas color amarillo, calizas y margas calcáreas color amarillo y blanco, limos arenosos color gris, depósitos eólicos color gris denominados médanos que corresponden a arenas de grano fino uniforme y arcillas amarillas y grises. En esta investigación se tomaron aproximadamente 120

³ Desde su creación en el año 1971, el programa de Ingeniería Civil de la Universidad de la Costa cuenta con un laboratorio de geotecnia con equipos e implementos que permiten la caracterización física y mecánica de los suelos.



estudios geotécnicos localizados en el norte y nor-occidente de la ciudad, con tres exploraciones o sondeos que variaban entre los tres y diez metros de socavación.– Con base en los resultados de los ensayos de laboratorio se determinaron las características físicas y mecánicas del subsuelo típico del área de estudio, para ello, las muestras obtenidas en los sondeos exploratorios se sometieron a diversas pruebas; practicando ensayos de límite de consistencia, gravedad específica, humedad natural, peso unitario, compresión inconfiada, esfuerzo cortante, expansión y consolidación⁴. Los resultados de la investigación señalan los inicios de planos de microzonificación geológica para la ciudad.

Se pueden resumir las siguientes características:

- ✓ **Rocas calizas arrecifales.** Exhiben colorimetría en tonos amarillos cremosos propios de la bioclastía (composiciones de restos de organismos marinos), presentan una estabilidad aceptable y alta resistencia a la compresión. Son estructuras pétreas excavables por acción mecánica o explosiva. Esta combinación corresponde al nor-oeste de la ciudad, con estratos continuos de hasta cuatro metros.
- ✓ **Rocas calizas alcalinosas.** Su coloración varía entre un gris cremoso a un rosa claro con apariencia de tiza, en algunas zonas muestra coloración verdosa propia de las escaras de malaquita. Pueden disolverse en el agua, evidenciando baja plasticidad y resistencia al corte, son dispersivas y de fácil desintegración. Se presentan en el norte de la ciudad en áreas con poca vegetación o desprovistas de esta y con configuraciones morfológicas sutilmente onduladas o planas; el espesor estratigráfico alcanza los cuatro metros.

⁴ Las técnicas de ensayo usadas se ajustan a las normas referenciadas por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) por ser este un organismo gubernamental que rige toda la actividad relacionada con el diseño y construcción de obras viales y complementarias en el territorio colombiano.



✓ **Arenas.** Presentan colores grises y marrones con pigmentos rojos propios de la oxidación.

Son altamente porosas y permeables, con baja resistencia a la compresión; su compactación es casi nula y sus granos pueden ser finos o gruesos, angulados o redondeados. Aparecen en el sector nor-este de la ciudad con configuraciones morfológicas onduladas leves y planas, encontrándose en estratos estratigráficos de manera combinada con calizas arrecifales de menores espesores.

✓ **Médanos.** Muestran coloración grisácea en tonalidades amarillas y oscuras, con permeabilidad y porosidad alta, de baja consistencia y comprensibilidad. Por tratarse de sedimentos eólicos se constituyen de arenas sueltas con granos finos o medios, localizados en el sector sur-oeste de la ciudad con estratos menores a 20 metros.

✓ **Arcilla.** Se establecen en el sector sur-oeste de la ciudad, su comportamiento es moderadamente expansivo, con presencia de illitas, caolinitas y en casos puntuales montmorillonita.

La figura 38 muestra un corte de aproximadamente un metro de profundidad y establece la presencia de arcillas, arenas, limos y gravas.

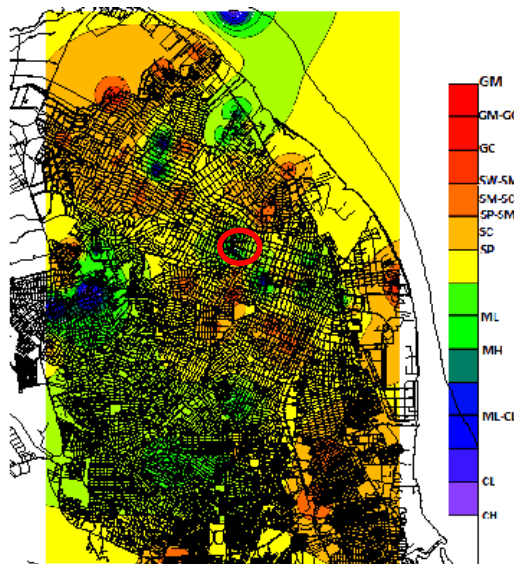
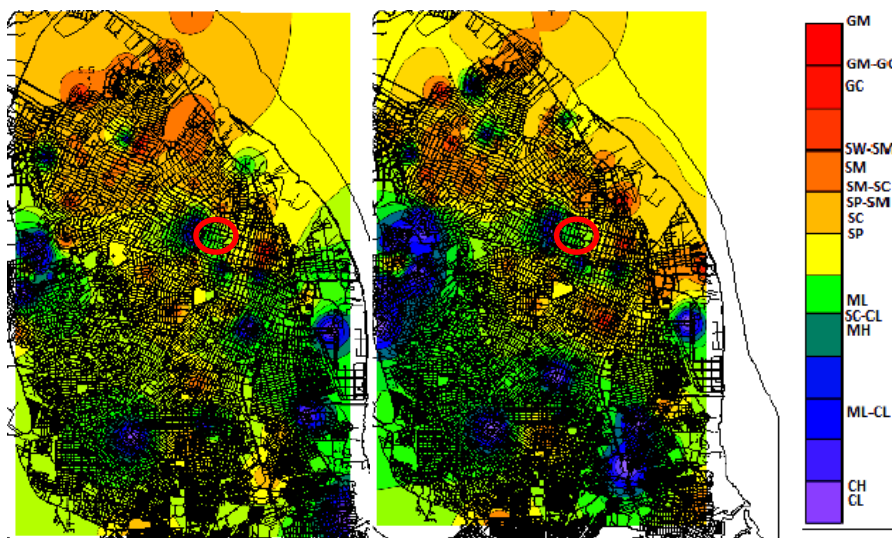


Figura 38: Corte horizontal a profundidad de un metro. Ubicación del inmueble de estudio. Fuente: (Moreno, 2013).



La figura 39 presenta un corte estratigráfico a tres metros de profundidad; estableciendo a manera generalizada una continuidad con los materiales pétreos identificados en la figura anterior. A este nivel se ausenta la capa de limo de compresibilidad baja, hallándose caliche por encima de este. Finalmente, la figura 40 muestra un corte estratigráfico de ocho metros de socavación, evidenciándose continuidad y similitud con los hallazgos de los cortes de uno y tres metros. El estrato de acilla limosa se incrementa en el centro de la ciudad, véase tabla 7.



Figuras 39 y 40: Corte horizontal a profundidad de tres y ocho metros. Ubicación del inmueble de estudio. Fuente: (Moreno, 2013).

Tabla 7

Categorización de arcillas.

PROPIEDADES DE LAS ARCILLAS	BARRIO			
	BOSQUE	VILLA SANTOS	CAMPO ALEGRE	LAS TERRAZAS
Límite Líquido (%)	85 - 108	56 - 82	35 - 57	63 - 84
Límite Plástico (%)	40 - 52	30 - 65	23 - 31	32 - 49
Densidad (Ton/m ³)	1,60 - 1,71	1,70 - 1,91	1,89 - 2,10	1,67 - 1,93
Gravedad específica relativa de los sólidos	2,60 - 2,84	2,60 - 2,89	2,63 - 2,81	2,60 - 2,83
Cohesión (kg/cm ²)	0,37 - 1,56	0,15	0,34 - 3,79	0,23 - 2,19

Nota: Propiedades de las arcillas por barrios. Fuente: (Moreno, 2013).

En conclusión, la ciudad de Barranquilla presenta dentro de su formación pétreo dos agregados importantes: la arena y el caliche, los cuales se caracterizan por presentar un comportamiento mecánico y físico aceptable, capaces de soportar y transmitir el peso de cualquier obra civil.



4. ESTUDIO VULNERABILIDAD SISMICA

Por tratarse de una edificación correspondiente a una vivienda de un piso con muros de carga en mampostería, perteneciente al grupo de uso I (A.2.5.1.4), se toman como referencias el título E⁵ de la NSR-10 y el Manual de Construcción, Evaluación y Rehabilitación Sismo Resistente de Viviendas en Mampostería. Añadiendo además que el inmueble se localiza en una zona de baja incidencia sísmica, como se muestra en la figura 41.

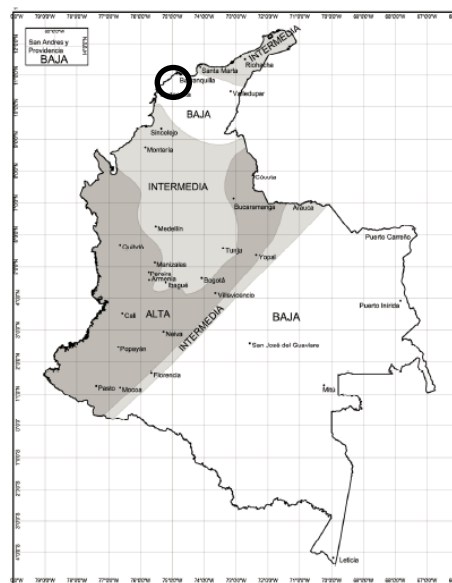


Figura 41: Localización. Ubicación de la ciudad de Barranquilla en plano de zona de amenaza sísmica.

Fuente: (AIS, 2010).

4.1 Revisión de calas y apiques en inmuebles cercanos

Dentro del estado del arte se realizó revisión de dos casos de viviendas de un piso, de barrios contiguos al inmueble y cuya construcción data de la misma época; estos casos corresponden a los estudios realizados en inmuebles denominados Casa Catinchi y Mi Vieja Barranquilla.

⁵ Este capítulo fija los requisitos estructurales que permiten el adecuado funcionamiento en inmuebles de hasta dos pisos con respecto a los esfuerzos laterales y verticales según la zona de incidencia sísmica.



Casa Catinchi.

En revisión del documento “Estudios Técnicos para el proyecto Integral de Restauración de la CASA CATINCHI”, ubicada en la carrera 45 con calle 50 en la ciudad de Barranquilla, en un barrio contiguo al estudiado; se obtuvo información fruto de la investigación realizada a través de exploraciones y/o apiques a la cimentación existente en el inmueble catalogado como bien de interés cultural a nivel de municipio. Las figuras 42, 43 y 44 corresponden al plano de levantamiento arquitectónico y exploración de campo de dicho inmueble.

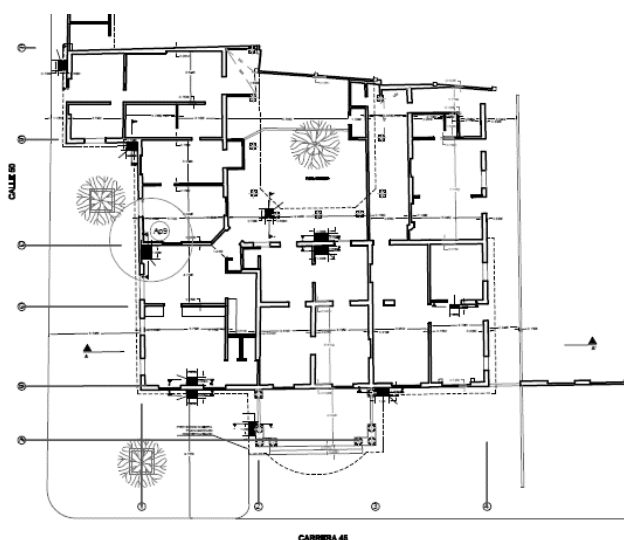


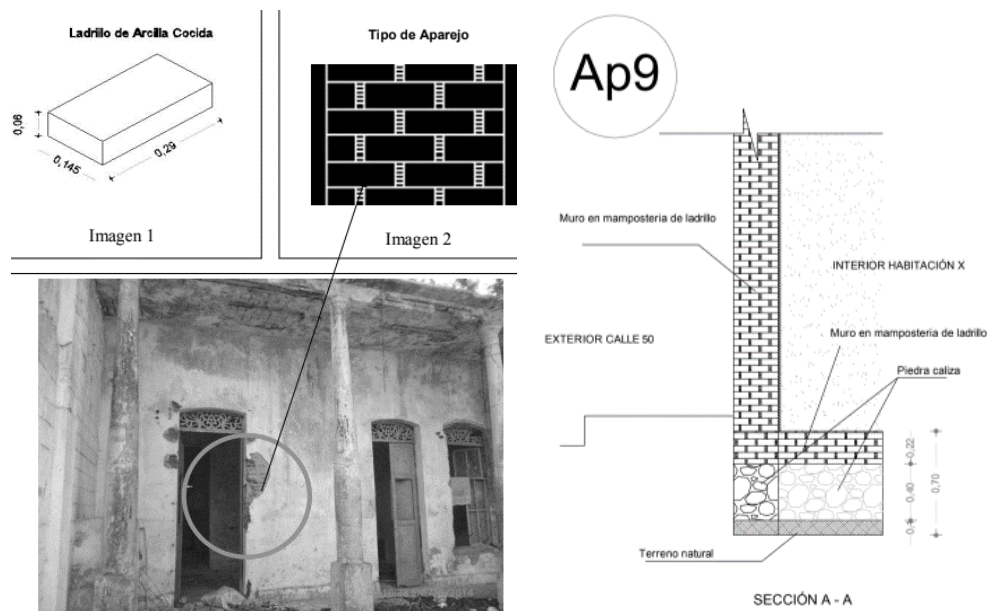
Figura 42: Plano de la Casa Catinchi. Planta de levantamiento arquitectónico. Fuente: (Barraza, 2014)



Figuras 43 y 44: Hallazgos de exploración. Piedra caliza utilizada en la cimentación y viga de arriostra en ladrillo de arcilla cocida. Fuente: (Barraza, 2014).



Se obtuvo detalle de la cimentación utilizada para el soporte de muros, que corresponde a una cimentación superficial corrida, con una profundidad promedio de 0.70 m, encontrando vigas de amarre construidas a manera de anillo para arriostre de columnas entre si y cuyas especificaciones halladas fueron de 0,15 m ancho x 0,30 m de profundidad. La estructura principal de soporte de la edificación está conformada por muros fabricados con ladrillo de arcilla cocida cuyas dimensiones se enmarcan bajo las siguientes especificaciones 0,06 m alto x 0,29 m largo x 0,14 m de ancho. Así, las figuras 45 y 46 evidencian el sistema de construcción y los materiales hallados.



Figuras 45 y 46: Detalle de apique en Casa Catinchi. Nótese el sistema de construcción de muros de carga en ladrillo macizo y cimentación superficial por medio de piedra caliza. Fuente: (Barraza, 2014).

Mi vieja Barranquilla.

El bien inmueble “Mi vieja Barranquilla”, está localizado en la carrera 53 N° 70-150 de la ciudad de Barranquilla. De acuerdo a las normas urbanísticas del Plan de Ordenamiento Territorial, el predio sobre el que está construido la edificación se encuentra clasificado como nivel 3 de conservación contextual dentro de una zona de conservación patrimonial contigua a la



vivienda de la familia Mercado Hernández. La figura 47 corresponde al plano de levantamiento arquitectónico del inmueble Mi vieja Barranquilla.

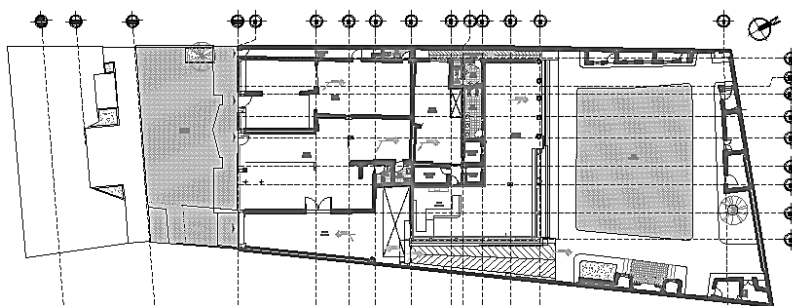
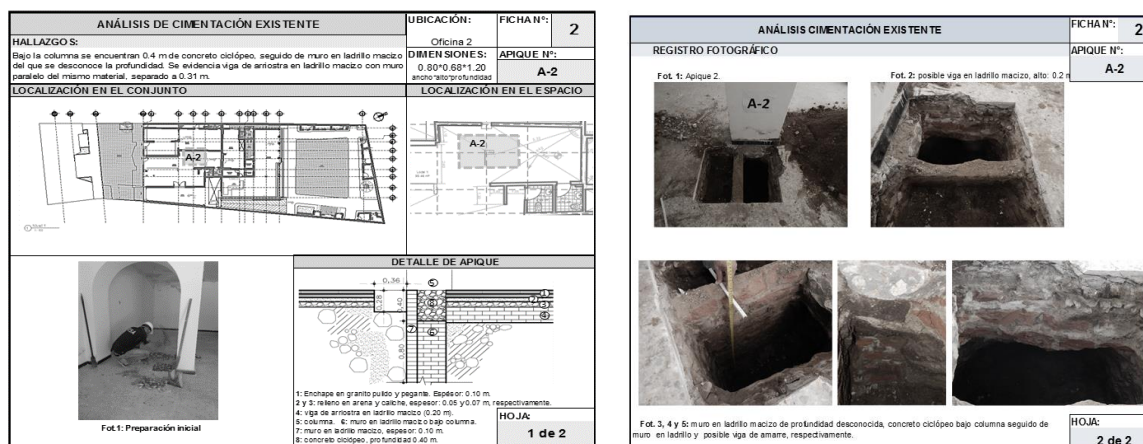


Figura 47: Plano de levantamiento arquitectónico de “Mi vieja Barranquilla”.
Fuente: (Cantillo & Romero, 2018).

De acuerdo a los hallazgos, se percibió que el sistema estructural es de cimentación mixta: muros de ladrillo macizo con uso de concreto ciclópeo y/ o de agregado de menor tamiz según la ubicación del elemento, y la datación del mismo. Cabe destacar que las vigas encontradas en algunos apiques corresponden a elementos de cimentación excentricos con respecto a las columnas y vigas que surgen sobre estas. El sistema de construcción contempla mampostería a soga tizón en ladrillo macizo de arcilla (0.14*0.06 m), con juntas de 2 a 4 cm, pañetes de diversos espesores y consistencias. La cubierta es en losa aligerada con bloque de cemento, impermeabilizada con manto reflector. La calidad de mano de obra de la impermeabilización de la cubierta y las posibles fallas del cargue de la misma han dado lugar a humedad por filtración generalizada a lo largo de la losa.



Figuras 48 y 49: Ficha de apique inmueble Mi Vieja Barranquilla, hoja 1 y 2. Fuente: (Cantillo & Romero, 2018).

Las figuras 48 y 49 corresponden a las fichas de apiques del inmueble “Mi vieja Barranquilla”, donde se aprecia la ubicación de la exploración, el proceso de excavación, los hallazgos y el grafico de la cimentación encontrada.

4.2 Cubiertas en teja de cemento

Las cubiertas en teja de cemento forman parte de la tradición de la ciudad de Barranquilla, identificándose en inmuebles de carácter patrimonial de la ciudad, como el bloque de Las Cabañas del Hotel El Prado, Bien de Interés Cultural a nivel nacional⁶. Básicamente están compuestas de un sistema de cubierta sostenida por pares que descansan en el durmiente sobre el muro (figura 52) al tiempo que por este mismo punto pasa un tirante de la estructura que sirve además para soportar hacia el exterior otro durmiente que recibe a su vez la parte inferior y externa de los sobrepares, mientras la parte interna y superior del sobrepas se apoya sobre el par principal (de ahí su nombre de sobrepas).

⁶ El Hotel El Prado de la ciudad de Barranquilla, inició su construcción en el año 1927, inaugurándose el 15 de febrero de 1930; década en la que se asume la construcción de la vivienda estudiada.



Figuras 50 y 51: Cubierta en teja de cemento. Hotel El Prado, Barranquilla. Fuente:(Rojas, 2017).

El aspecto exterior de las cubiertas en tejas de cemento se aprecia en las figuras 50 y 51, mientras que en la figura 52 se gráfica y señalan las partes que conforman su sistema de soporte, todas estas piezas corresponden a listones de madera con dimensiones acordes a cada caso.

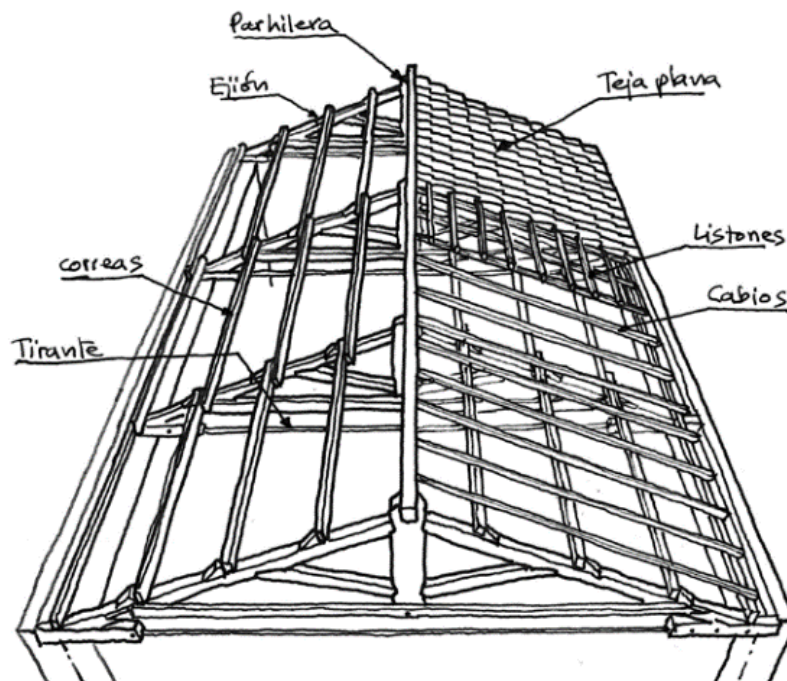


Figura 52: Estructura de cubierta en teja de cemento. Esquema de estructura en madera para cubiertas en teja de cemento a dos aguas. Fuente: (Pueyo, 1965).



Figuras 53 y 54: Vista interna de cubiertas en tejas. Cubierta en teja de cemento a dos aguas del Antiguo Colegio de Barranquilla para Varones, CODEBA⁷ y crujías en el Hotel El Prado. Fuentes: Elaboración propia.

El aspecto interno de las cubiertas en tejas de cemento se aprecia en las figuras 53 y 54.

4.3 Criterios básicos de planteamiento estructural (NSR-10 E.1.3.1)

Sistema de resistencia sísmica.

La estructura del inmueble debe asegurar un comportamiento óptimo ante esfuerzos horizontales y verticales, por medio de muros estructurales, sistema de diafragmas y sistema de cimentación. A continuación, se hace un repaso de los requisitos del citado título junto con el estado o las características de la vivienda estudiada.

⁷ La antigua sede del CODEBA ubicada en la Calle 51 # 4 – 52, forma parte de la Lista Indicativa de Candidatos a Bienes de Interés Cultural (LICBIC) de Barranquilla D.E.I.P.



La evaluación del sistema estructural de la vivienda se articula en la tabla 8.

Tabla 8

Evaluación del sistema estructural del inmueble.

SISTEMA DE RESISTENCIA SISMICA (E.1.3.1)		
NUMERAL NSR- 10	CRITERIO	EVALUACIÓN DEL INMUEBLE
E.1.3.1 (a)	Conjunto de muros estructurales “que provean resistencia ante los efectos sísmicos horizontales en las dos direcciones principales en planta...” (AIS, 2010, p. E-4).	Presenta muros de carga en ladrillo de arcilla cocido y macizo, con carga estructural en dos sentidos.
E.1.3.1 (b)	Sistema de diafragmas que arriostren a los muros y permitan la transmisión de fuerzas laterales	Tal como se muestra en la figura 55, no se evidencia arriostra superior de muros, solo se observa viga de madera superior sobre el que descansa la cubierta, y que hace parte del sistema de soporte de la misma.
 Figura 55: Cubierta en teja de cemento apoyada sobre durmiente. Fuente: Elaboración propia.		
E.1.3.1 (c)	“Cimentación que transmita al suelo de manera efectiva las cargas derivadas de la función estructural de cada muro” (AIS, 2010, p. E-4).	Por ausencia de grietas a nivel inferior de muros se especula que la transmisión de cargas se está realizando correctamente, sin embargo, posterior a la ejecución de apiques y exploraciones, se evidencia cimentación superficial corrida en concreto ciclópeo de aproximadamente 0.30 m de altura, con ausencia de zapatas y/o pedestales.



E.1.3.2	Muros estructurales dispuestos en dos direcciones ortogonales, con longitudes en dos direcciones similares.	Sí aplica, verificar plano en figura 36.
E.1.3.3	La planta debe ser lo más simétrica posible en sus ejes.	Sí aplica, verificar plano figura 36.
E.1.3.4.1.1	Los muros estructurales deben estar anclados a la cimentación y a los elementos superiores (vigas, entrepiso, cubierta).	Por ausencia de grietas y fisuras se evidencia que los muros se encuentran debidamente anclados a los cimientos y diafragmas superiores, luego de realizar exploración de campo se halló que los muros descansan sobre un sobrecimiento que hace las veces de murete perimetral o plataforma elevada ⁸ en ladrillo de arcilla macizo y cocido, con posible aparejo por hiladas compuestas por dos ladrillos en soga y la siguiente en tizón; como se diagraman en la figura 56.

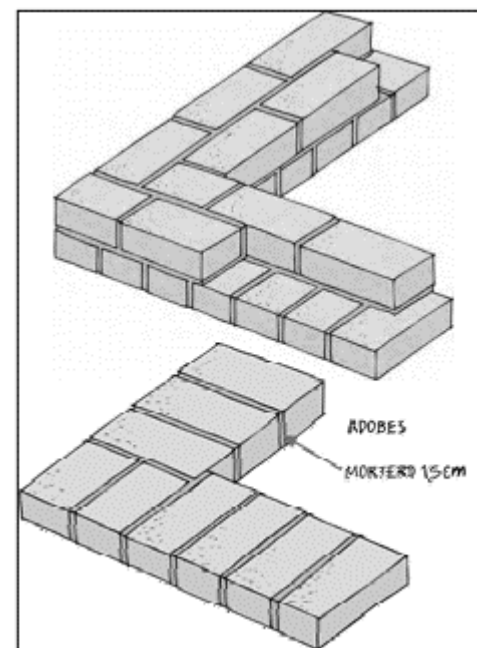
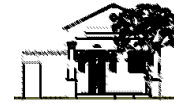


Figura 56: Aparejo de ladrillos. Posible aparejo de ladrillos a nivel de sobrecimiento o plataforma elevada. Fuente: (AIS, s.f.).

⁸ El murete perimetral tiene sus primeros reportes en Europa, hacia el 10.000 A.C. y presentaban altura variable entre los 0,6 y 0,8 metros. Eran construidos en piedras en seco; posteriormente, surgió la plataforma sobre elevada que estaba condicionada a las características compositivas de la edificación y servían no solo como cimentación, si no para mayorar la cota de los arranques y destacar la importancia del inmueble.



E.1.3.4.1.2 Deben evitárselas siguientes irregularidades en plantas, como las evidenciadas en la figura 57.



Figura 57: Irregularidades en planta. Fuente: (AIS, 2010).

El inmueble presenta planimetría regular, véase figura 58.

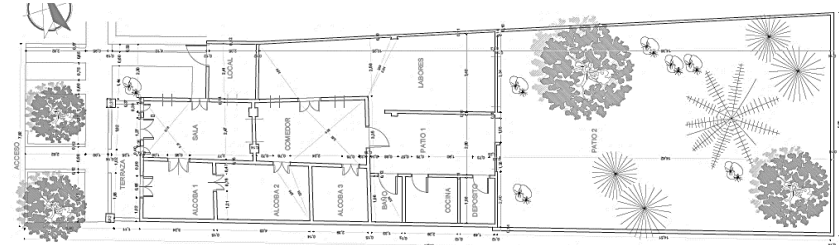


Figura 58: Planta regular. Inmueble de planta regular. Fuente: Elaboración propia.

Deben evitarse las siguientes irregularidades en altura tal y como se presentan en la figura 59.

E.1.3.4.1.3

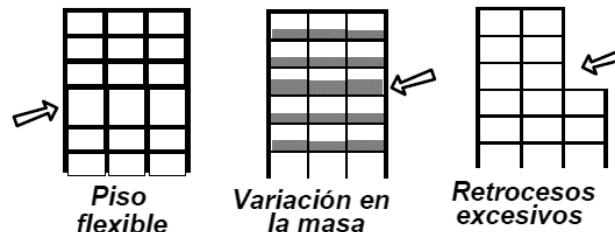


Figura 59: Irregularidad en altura. Fuente: (AIS, 2010).

E.1.3.4.2 Las adiciones deben evitarse o aislarse, consiguiendo que estas funcionen de manera independiente.

El inmueble presenta irregularidad en altura, a nivel de retroceso excesivo por adición de local comercial, véase figura 60.



Figura 60: Fachada con irregularidad en altura. Fuente: Elaboración propia.

El inmueble presenta dos adiciones que no se encuentran aisladas de la estructura original y de las que se desconoce su anclaje, estas adiciones se aprecian en la figura 61.



Figura 61: Adiciones. Extensiones arquitectónicas del inmueble original. Fuente: Elaboración propia.



E.1.3.4.3	Requerimiento de juntas sísmicas cuando la relación longitud/ ancho en planta se superior a 3:1, por pendientes en el terreno mayores al 30% y en casas construidas independientemente.	Según levantamiento realizado la longitud del lote es de 35,24 metros y el ancho máximo es de 9,68 m, presentando una relación de 3,64; sin embargo, la vivienda no presenta junta sísmica. Se toma la longitud del lote debido a que los muros perimetrales presentan esta continuidad. El espacio mínimo de aislamiento debería ser de 0.010 m.
E.1.3.5	Se debe cuidar el peso de los elementos de construcción como lo son las cubiertas o los tanques elevados de agua.	El inmueble presenta cubierta en teja de cemento apoyada sobre vigas de madera, peso sin definir.

Nota: resumen de valoración de las condiciones del inmueble a la luz del numeral E.1.3.1 de la NSR-10. Fuente: elaboración propia.



En cuanto a la evaluación del sistema de cimentación de la vivienda, la tabla 9 nos agrupa la información relevante según los criterios definidos por la NSR-10.

Tabla 9.

Evaluación del sistema de cimentación del inmueble.

CIMENTACIONES (E.2)		
NUMERAL NSR- 10	CRITERIO PARA EDIFICAR	EVALUACIÓN DEL INMUEBLE
E.2.1.1	Se debe revisar el comportamiento de inmuebles de características similares en zonas contiguas, verificando presencia de agrietamientos, pérdida de verticalidad, etc. Así mismo es necesario indagar sobre procesos de remoción en masa, erosión, o cualquiera que pueda influir en la estabilidad de las viviendas.	Las viviendas aledañas no evidencian fisuras y grietas, no se han registrado eventos de remoción de masas o inundaciones.
E.2.1.2	Para los siguientes casos se debe realizar un estudio geotécnico: suelos inestables, con desniveles mayores al 30%, altamente compresibles y expansivos, suelos colapsables, suelos en zonas que den muestra de inicio de remoción en masa o actividades que puedan alterar la estabilidad de la vivienda.	Se ha definido el tipo de suelo existente por medio de investigación realizada por la Universidad de la Costa, se tomará por tanto el hecho que el inmueble se encuentra ubicado sobre arcillas con alto contenido de mormonillonita, que evita un comportamiento de arcilla rápida. Es importante resaltar que a pesar de establecer la existencia de un material pétreo expansivo como la montmorillonita, no se supone este como un inconveniente desde la posición de la geotecnia , Rodríguez (2014).
E.2.1.3	Sistema de drenajes que garanticen mínimas posibilidades de humedad.	No se evidencia tratamiento de drenaje en cimentación.
E.2.1.4	Revisión de sistema de cimentación, el cual deberá estar formado por un sistema reticular de vigas que transmitan las cargas al suelo en manera ecuánime. Una viga por cada muro estructural, sin discontinuidades.	Se realizó apiques en muro exterior de la vivienda, encontrando que sus muros de carga se apoyaban sobre un sobrecimiento o plataforma elevada de mayor grosor al muro de carga y esta a su vez reposaba en una cimentación superficial corrida en concreto ciclópeo de 0,30 m de alto aproximadamente.

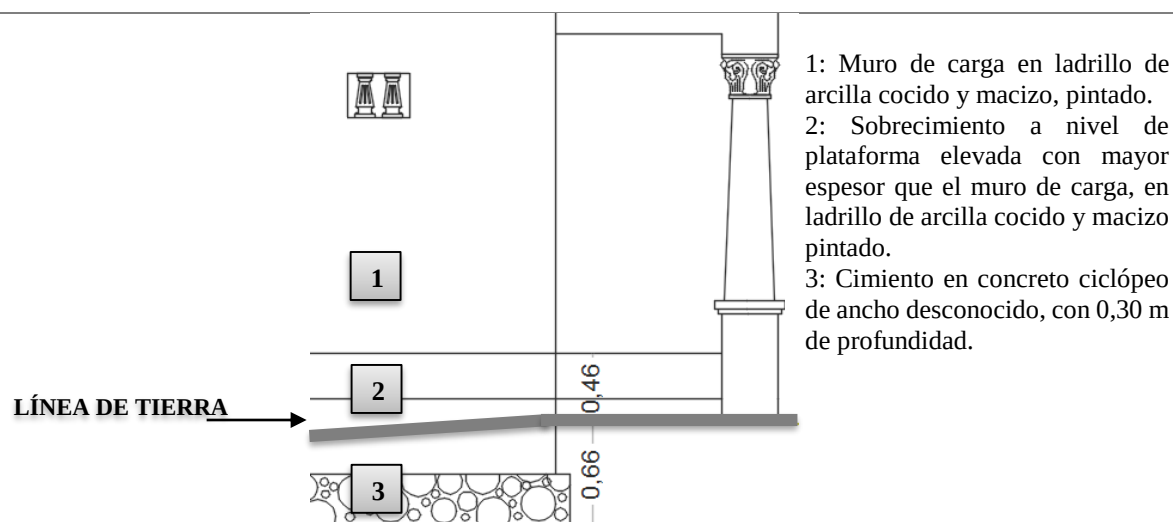


Figura 62: Cimentación hallada en exploración. Fuente: Elaboración propia.
La figura 62 es un gráfico de la cimentación hallada en la exploración de campo realizada a nivel de apique.

E.2.1.5 La relación de las vigas de arriostras con dimensiones interiores mayores a 4 m deben construirse con vigas intermedias de cimentación, esta puede tener dimensiones mínimas de 2 m x 2 m.

Por tratarse de un inmueble en uso, se decidió no realizar exploraciones dentro del inmueble.

E.2.2.1 “Las vigas deben tener refuerzo longitudinal superior e inferior, con estribos de confinamiento...” (AIS, 2010, p. E-8) según la tabla 10.

Tabla 10

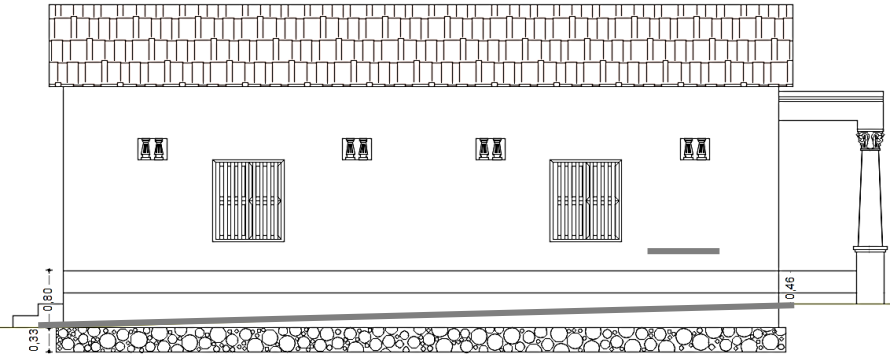
Medidas mínimas de vigas.

	Sistema Estructural	Un piso	Dos Pisos	Resistencia Mínima, MPa	
Anchura	Mampostería	250 mm	300 mm	f_y	f_c
	Bahareque	200 mm	250 mm		
Altura	Mampostería	200 mm	300 mm		
	Bahareque	150 mm	200 mm		
Acero Longitudinal		4 No. 3 (Ø 10M)	4 No. 4 (Ø 12M)	420	17
Estribos		No. 2 a 200 mm	No. 2 a 200 mm	240	
Acero para anclaje de muros	Mampostería	No. 3	No. 3	412	
	Bahareque	No. 3	No. 4		

Nota: Fuente: (AIS, 2010).

A través de las exploraciones se evidenció que las vigas existentes corresponden únicamente a arriostras inferiores del inmueble, constituyéndose estas como elementos de transmisión del peso del inmueble al terreno, sin presencia de zapatas y/o pilotes. Estas vigas son en concreto ciclópeo con ausencia total de acero de refuerzo y/o confinamiento. Las medidas halladas superan el mínimo establecido para ancho y alto de vigas.



E.2.2.2	Pueden existir cimientos excéntricos en caso de juntas medianeras o junta sísmica.	No se evidencia.
E.2.2.3	Se recomiendan diseñar los cimientos sobre terrenos inclinados según requerimientos del título H.	Los hallazgos de las exploraciones, figura 63, muestran que la cimentación pudiera presentarse con el mismo nivel (manteniendo la profundidad a nivel de fachada hasta nivel de patio); siendo el lote quien presenta una sutil inclinación.
E.2.2.4	La profundidad mínima en vigas de cimentación es 0,50 m bajo la rasante del primer piso, cualquiera que fuese el acabado. Sobre este debe existir un sobrecimiento (en mampuesto reforzado o confinado) según señalamientos del título D o numerales E.3 y E.4, que sobresalga mínimo 0,08 m. Este sobrecimiento debe estar fijado a la cimentación por medio de acero de refuerzo, o tienen que finalizarse con arriostras (si son en mampostería) que aseguren una estructura monolítica.	 Figura 63: Nivel de cimentación. Relación de la cimentación hallada con nivel de piso. Fuente: Elaboración propia. Las vigas de cimentación presentan un nivel de 0,33 m bajo la rasante del piso a nivel de patio, y 0,66 m a nivel de acceso del inmueble como se aprecia en la figura 63. A su vez el sobrecimiento se mantiene con una altura de aproximadamente 0.80 m.
E.2.2.5	La losa de contrapiso se debe concebir como un elemento separado de la cimentación, de tal forma que se separe del sobrecimiento a en los extremos de esta.	No se verificó puesto que al ser un inmueble ocupado, el criterio fue no realizar exploraciones invasivas.
E.2.3	Las tuberías y accesorios de redes hidráulicas y sanitarias se deben colocar sobre la malla estructural (en la cimentación), por en medio del sobrecimiento o bajo la malla de cimentación.	No se verificó puesto que al ser un inmueble ocupado, el criterio fue no realizar exploraciones invasivas.



E.2.4.1	La separación máxima de las juntas de dilatación (en la cimentación) es 30 metros.	No se evidencia la existencia de juntas sísmicas; sin embargo, por las dimensiones de largo de los muros no se creen necesarias el uso de estas (para la construcción original). .
E.2.4.2	Para los muros internos sin funciones estructurales de carga se recomiendan cimientos de características parecidas a la cimentación que soporta los muros de carga, tomando los requerimientos para inmuebles de un nivel sin que importe el número de pisos del mismo.	No se verificó puesto que al ser un inmueble ocupado, el criterio fue no realizar exploraciones invasivas; sin embargo, por estudios en inmuebles similares se estima que la cimentación de los muros internos es similar a la existente en el exterior.

Nota: la información presentada en la tabla corresponde a los hallazgos de los dos apiques realizados en el inmueble. Fuente: elaboración propia.



4.4 Evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica de viviendas de uno y dos pisos en mampostería

El Manual de Construcción, Evaluación y Rehabilitación Sismo Resistente de Viviendas en Mampostería de AIS, establece en su capítulo II “Evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica de viviendas” una calificación de tres arquetipos de acuerdo al sistema constructivo de muros de carga: mampostería no reforzada, mampostería reforzada y mampostería confinada. El inmueble de la familia Mercado Hernández pertenece entonces al primer grupo que es la mampostería no reforzada. A continuación, tabla 11 con calificación del grado de vulnerabilidad sísmica según resumen del capítulo en mención.

Tabla 11

Evaluación del grado de vulnerabilidad.

COMPONENTE	VULNERABILIDAD		
	BAJA	MEDIA	ALTA
ASPECTOS GEOMÉTRICOS			
• Irregularidad en planta de la edificación	X		
• Cantidad de muros en las dos direcciones		X	
• Irregularidad en altura	X		
ASPECTOS CONSTRUCTIVOS			
• Calidad de las juntas de pega en mortero		X	
• Tipo y disposición de las unidades de mampostería		X	
• Calidad de las juntas de los materiales		X	
ASPECTOS ESTRUCTURALES			
• Muros confinados y reforzados			X
• Detalles de columnas y vigas de confinamiento			X
• Vigas de amarre o corona			X
• Características de las aberturas		X	
• Entrepiso			
• Amarre de cubiertas		X	
CIMENTACIÓN		X	
SUELOS		X	
ENTORNO	X		
	BAJA	MEDIA	ALTA
CALIFICACIÓN GLOBAL DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LA VIVIENDA		X	

Nota: Tabla resumen. Fuente: (AIS, 2001).

Una vez realizada la evaluación se evidencia que el grado de vulnerabilidad para la vivienda es MEDIO, esto debido a que presenta irregularidad en planta, sus aspectos constructivos a nivel



general permiten especular que la existencia de falencias en el proceso de construcción y que sus muros no son confinados, ni reforzados.

4.5 Conclusiones

El inmueble de uso residencial, se compone de muros de carga de ladrillo de arcilla cocido y macizo apoyados en una cimentación superficial corrida en vigas de concreto ciclópeo con plataforma elevada a nivel de sobrecimiento, véase figuras 64 y 65. Esta plataforma se presume en un aparejo por hiladas compuestas por dos ladrillos en sogá y la siguiente en tizón; a su vez, la cubierta es en vigas de madera tipo par y nudillo sobre la que se instalan cubiertas en teja de cemento. La vivienda se ubica en Barranquilla, una zona sísmica de baja incidencia, en un área residencial de consolidación urbana, cuyas viviendas no presentan afectaciones severas a nivel estructural; el inmueble presenta como único elemento en concreto, de especificaciones desconocidas, una losa maciza a nivel de terraza que se apoya sobre columnas de mampostería y muro de cerramiento.



Figuras 64 y 65: Grietas y cala estratigráfica. Se evidencian las grietas por falla mecánica en unión viga de losa y muro a nivel de fachada principal; así como cala estratigráfica en muro exterior de la vivienda donde se aprecian las dimensiones del ladrillo en arcilla cocida, que es la pieza de mampostería del inmueble. Fuente: Elaboración propia.

Para efectos de estructura sismo resistente se presentan las siguientes consideraciones a la luz de la NSR-10 y sus Títulos aplicables debido a sus características y magnitud.



Diseño estructural

Titulo E

Requisitos de durabilidad

Según normas técnicas colombianas para: ladrillo cocido macizo, teja de cemento, vigas en madera y concreto ciclópeo. La figura 66 pretende resumir el sistema estructural de la vivienda.

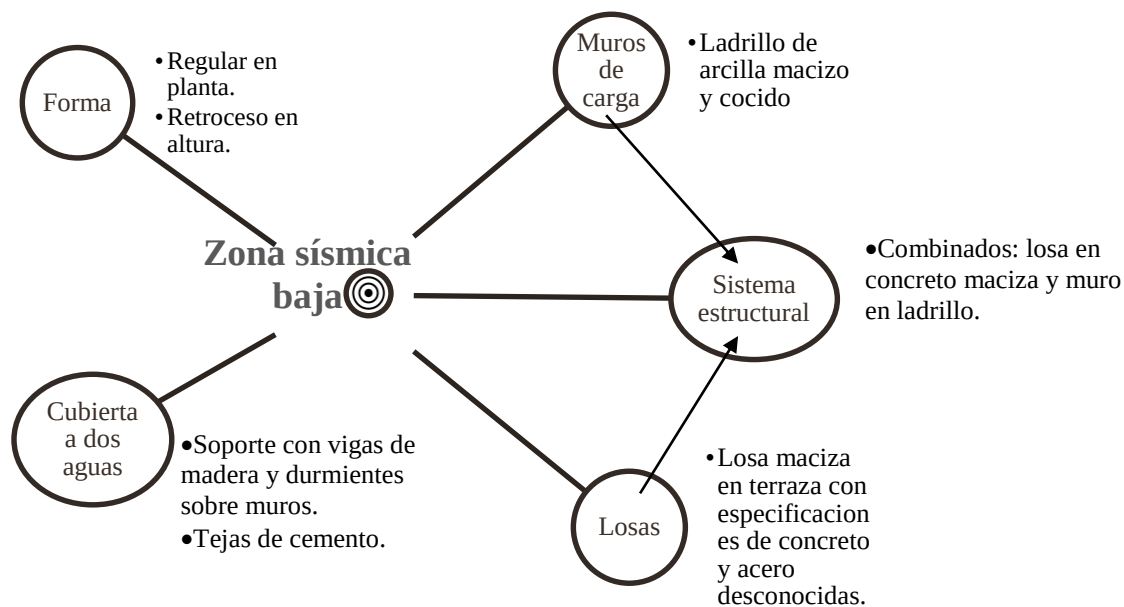


Figura 66: Sistema estructural de la vivienda. Resumen de características. Fuente: elaboración propia.

La vivienda de aproximadamente 80 años, está constituida por un módulo en sistema estructural de muros de carga en dos direcciones con cimentación vigas de concreto ciclópeo de 0,33 m y cubierta en teja apoyada sobre muros. El único elemento que se evidencia en concreto, la losa de terraza, presenta afectación por carbonatación y extrusión del concreto; a nivel de muros de cargas de espacio original no se evidencian grietas o fisuras que señalen fallas; pero, en muros de baño, cocina y depósito se destaca la presencia de grietas y fisuras (incluso pasantes) que al ser interpretado junto con la afectación de plantilla de piso de patio uno acusa movimientos de asientos diferenciales de suelo, generando hundimientos y efecto rebote por



acción de arcillas con comportamiento expansivo. Esta condición se intensifica por la capacidad de transmisión de cargas de la cimentación superficial del inmueble, sumada con la inadecuada construcción de los muros de espacios adicionales que no presentan juntas sísmicas y cuya longitud y ancho supera la relación 3:1. Las columnas existentes a nivel de terraza se suponen por sistema constructivo en mampostería de piezas en ladrillo de arcilla cocido macizo, y por tanto al enfoque de la normatividad actual sus funciones estructurales no son las requeridas. La estructura presenta afectaciones de patología que infieren una actuación inmediata a nivel de primeros auxilios, sobretodo en espacios de baño, cocina y deposito; en donde serán muy factibles intervenciones como recalce de cimentación, reparación de cubierta y reparación de fisuras y grietas en muros; o en su defecto demolición y reubicación.

El sistema estructural de la edificación era una configuración estructural válida para la época en la que se edificó el inmueble; pero, al enfoque de la NSR-10 no es un sistema de resistencia sísmica apropiado para resistir las solicitaciones de carga sísmica dado por el espesor de muros y la ausencia de diafragmas superiores; por ello se recomienda intervenciones a nivel de reforzamiento estructural con el fin de preservar la edificación. Concluyendo así que el sistema estructural de la edificación presenta un estado regular con requerimientos urgentes de intervención.



5. ETIOLOGIA Y EFECTOS

5.1 Inspección visual

A continuación, fotografías tipo resumen de las afectaciones del paciente, para mayor detalle se recomienda revisar el anexo Registro Fotográfico y el Inventario de Lesiones. Las fotografías adscritas a este ítem son de fuente propia del autor del documento.

IMAGEN N° 1: PLANO GENERAL DEL INMUEBLE

IMAGEN N° 2: LOCALIZACIÓN DE ESPACIO

IMÁGENES 3, 4 Y 5: LA ZONA DE LABORES PRESENTA HUMEDADES, DESPRENDIMIENTOS, HONGOS, MOHOS, EFLORESCENCIAS Y LIQUENES, TANTO EN EL RECUBRIMIENTO DE PISO COMO EN MUROS Y CUBIERTA. CON PRESENCIA DE VEGETACIÓN EPIFITA.

IMÁGENES 6, 7 Y 8: ROTURA EN PLANTILLA DE PISO, CON GRIETAS, VEGETACIÓN EPIFITA, PROLIFERACIÓN DE COMUNIDADES BIOLÓGICAS Y HUNDIMIENTOS. MURO CON ALABEO Y GRIETAS TIPO MAPEO, CON DEFORMACIÓN EN PARTE INFERIOR Y ROTURA IMPROVISADA DE MURO PARA VANO DE ACCESO.

IMAGEN 9: MURO CON AFECTACIONES MÚLTIPLES POR HUMEDADES, VENTANA EN MADERA Y REJA DE LA MISMA CON LESIONES PRODUCTO DE LA HUMEDAD.

INVENTARIO DE LESIONES DE ESPACIO 13: LABORES			
PISOS	MUROS	CUBIERTA	CARPINTERÍA
PISO CON RECUBRIMIENTO EN PLANTILLA DE CONCRETO. LA PLANTILLA PRESENTA MANCHAS PARDAS, NEGRAS Y VERDES QUE EVIDENCIAN PRESENCIA DE COMUNIDADES BIOLÓGICAS. ASÍ MISMO SE PRESENTAN GRIETAS, HUNDIMIENTOS Y ROTURAS.	MUROS CON AFECTACIONES POR HUMEDADES, DESPRENDIMIENTOS DE PINTURA, EFLORESCENCIAS Y PROLIFERACIÓN DE COMUNIDADES BIOLÓGICAS A NIVEL DE MANCHAS PARDAS, NEGRAS Y VERDES. EXISTEN GRIETAS TIPO MAPEO Y DEFORMACIONES EN MURO QUE EVIDENCIAN FALENCIAS POR ALABEO Y AUSENCIA DE SISTEMA DE CONFIRMADO DEL MURO.	EL ESPACIO PRESENTA CUBIERTA PARCIAL EN LÁMINAS DE ZINC ONDULADAS CON SOPORTES EN LISTONES DE MADERA. LA CUBIERTA PRESENTA OXIDACIÓN Y LA MADERA SEÑALA PRESENCIA DE COMUNIDADES BIOLÓGICAS.	VENTANA EN CARPINTERÍA EN MADERA CON PÉRDIDAS DE PIEZAS POR AFECTACIÓN DE HUMEDAD. REJA EN HIERRO CON OXIDACIÓN GENERALIZADA.
TIPOLOGÍA DE LAS LESIONES			
FÍSICAS, MECÁNICAS Y BIOLÓGICAS	FÍSICAS, MECÁNICAS Y BIOLÓGICAS	FÍSICAS Y BIOLÓGICAS	FÍSICAS Y BIOLÓGICAS
CALIFICACIÓN DEL NIVEL DE DAÑO			
SEVERO	SEVERO	MODERADO	MODERADO

CASA MERCADO
HERNANDEZ
BARRANQUILLA

CONTIENE:

INVENTARIO DE LESIONES

Fecha:

DIENERO DE 2018

Indicada:

13/14

OBSERVACIONES

ESPACIO 13, LABORES

Figura 67: Inventario de lesiones. Ficha. Fuente: Elaboración propia.

El anexo de inventario de lesiones consta de 14 fichas, como en la figura 67, en donde se grafica la ubicación del espacio a nivel general y de detalle, se exponen y explican las lesiones halladas y se clasifican las mismas por sistema constructivo añadiendo una clasificación de nivel



de daño para casa una de estas. Las figuras a continuación, 68 a 74 señalan el estado de la construcción.



Figuras 68, 69 y 70: Fachada y sala. Fachada principal del inmueble, detalle de carpintería y vista general del interior del mismo. Fuente: Elaboración propia.



Figuras 71 y 72: Humedades y suciedades. Humedad por filtración (afectación generalizada) y suciedad por lavado diferencial en fachada lateral del inmueble. Fuente: Elaboración propia.



Figuras 73 y 74: Losa de terraza. Detalle de estado de conservación de losa de fachada. Fuente: Elaboración propia.



La humedad por filtración propia de inadecuada impermeabilización y sistema de escurrentía sobre losa de cubierta han dado lugar al abombamiento y pérdida del recubrimiento (pintura y pañete), permitiendo la formación de comunidades biológicas de manchas pardas, negras y verdes (tanto en losa como en muro de fachada). A su vez esta humedad ha permitido la oxidación del acero de refuerzo de las arriostras perimetrales del elemento, así el acero después de ganar y perder volumen (proceso de ánodo y cátodo) ha generado extrusión del concreto. Se destaca la gran posibilidad de la pérdida de resistencia del material cementante de la losa, así como la pérdida de alambre de amarre del traslapo que se evidencia en la fotografía izquierda. Notando además mal proceso constructivo al dejar un traslapo de acero en un punto resistente a momento flector.

Las figuras 75, 76 y 77 corresponden al estado de los muros perimetrales o de patio con revestimientos variados.



Figuras 75, 76 y 77: Muros de patio. Erosión por afectación del viento y lluvia sobre ladrillo de muro de cerramiento, que al parecer nunca presentó recubrimiento en pañete ni mucho menos pintura. Grieta por dilatación entre muro de cerramiento perimetral y muro divisorio. Fisura sobre recubrimiento en pañete de muro de patio.

Fuente: Elaboración propia.



Las siguientes figuras, de la 78 a la 85, continúan evidenciando el estado de conservación del inmueble.



Figuras 78 y 79: Erosión y oxidación. Erosión mecánica por desgaste en plantilla de piso, oxidación previa en rejas en hierro forjado de fachada principal. Fuente: Elaboración propia.



Figuras 80, 81 y 82: Carbonatación y comején. Extrusión de arriostres perimetrales en losa de fachada, se evidencia oxidación del acero de refuerzo, así como presencia de hongos, líquenes y comején en muro exterior. Fuente: Elaboración propia.



Figuras 83, 84 y 85: Cubierta y cielo raso. Sistema constructivo de cubierta es propio de la ciudad a finales de los años 1930 y hasta la década de los 60's cuando se reemplazó por losas de hormigón macizas. Fuente: Elaboración propia.



Se evidencia afectación de la madera por presencia de xilófagos, lo que ha originado movimientos en las tejas dando lugar a la filtración por humedad que se aprecia en el cielo raso. En la inspección realizada la familia había realizado una intervención puliendo la superficie de la lámina de cielo raso (posiblemente en fibrocemento) con herramientas manuales.

Las figuras 86, 87, 88 y 89; corresponden a los detalles de grietas y fisuras a lo largo de los muros de baño, cocina y depósito.

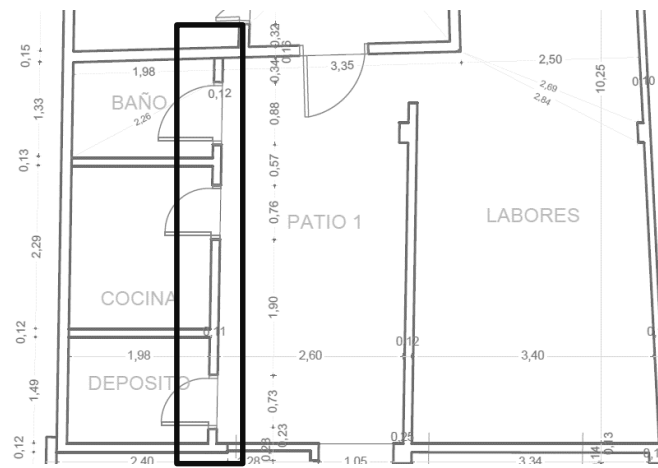


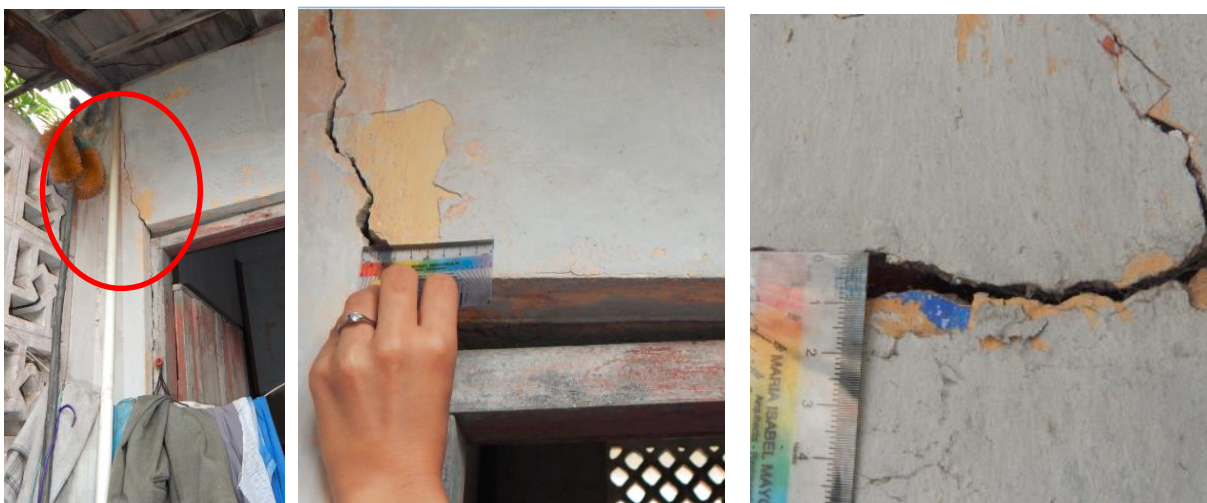
Figura 86: Ubicación de grietas y fisuras. Fuente: Elaboración propia.



Figuras 87, 88 y 89: Grietas en muros de baño y cocina. Grietas pasantes en vanos de puertas de acceso que se desplazan hacia las intersecciones de los muros. Fuente: Elaboración propia.



Se aprecia, además, que los muros de baño no presentan recubrimiento en enchape, lo que ha dado lugar a la humedad capilar y por condensación con presencia de comunidades biológicas de manchas negras, pardas y verdes. Las figuras 90, 91 y 92 corresponden a detalle de la grieta pasante ubicada en el depósito.



Figuras 90, 91 y 92: Grietas en depósito. Detalle de grieta sobre vano de puerta de depósito, a nivel general las afectaciones en este punto corresponden a grietas de 1,5 cm en promedio, se aprecia movimiento de marco de puerta. Fuente: Elaboración propia.

El estado de los muros divisorios de patio se evidencian en las figuras 93 y 94.



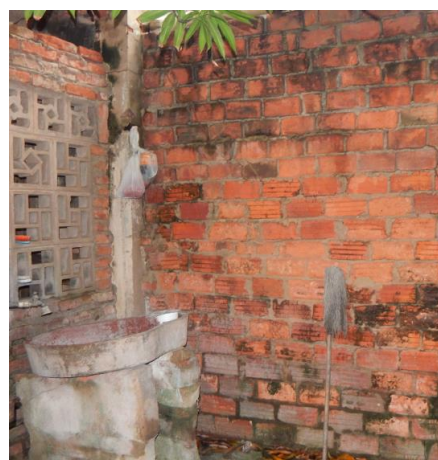
Figuras 93 y 94: Comunidades biológicas y humedades en muros. Estado general de muros frente a cocina y deposito. Fuente: Elaboración propia.



A nivel generalizado, en los muros de patio se aprecia suciedad por depósito y lavado diferencial, humedad capilar o absorción lateral, desprendimiento del recubrimiento (pañete), presencia de hongos y mohos y comunidades vegetales en parte inferior. Las piezas de mampostería presentan erosión y desprendimientos. Véase figuras 95, 96, 97, 98 y 99.



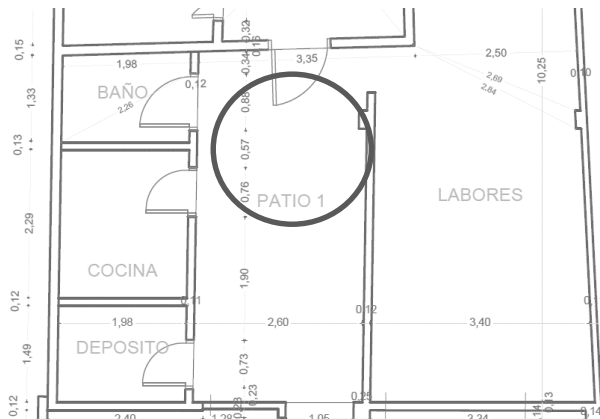
Figuras 95 y 96: Desprendimientos y aplastamientos. Detalle de desprendimiento de calados de muro divisorio de patios y estado de muro en área de labores. Fuente: Elaboración propia.



Figuras 97 y 98: Labores. Cubierta en lamina metalica para area de labores y muro posterior. Fuente: Elaboración propia.



Figura 99: Ausencia de cielo raso. Estado general de cubierta en cocina, baño y depósito, los cuales no presentan cielo raso. Fuente: Elaboración propia.





Figuras 103 y 104: Piso en patio dos. Detalle de estado de piso a nivel de patio dos, en zona señalada en plano.
Fuente: Elaboración propia.

A nivel de patio dos se encuentra parcialmente una plantilla en concreto, esta muestra hundimientos, roturas y grietas (véase figuras 103 y 104).

5.2 Lesiones patológicas

La tabla 12 recapitula las lesiones que se evidencia en las fotografías anteriores, incluyendo el nivel de daño.

Tabla 12

Resumen de afectaciones en la vivienda con nivel de daño.

ESPACIO	LESIONES	NIVEL DE DAÑO
Fachada principal	- Corrosión en rejas de ventanas y puertas. - Humedad por filtración en losa. - Humedad en muros, con desprendimiento de pintura. - Carbonatación y extrusión de concreto. - Proliferación de hongos y líquenes.	SEVERO
Fachada lateral	- Humedad por absorción, con desprendimiento de pintura. - Suciedad por lavado diferencial y depósito. - Corrosión de rejas de hierro forjado para ventanas.	MODERADO
Sala y comedor	- Humedad por filtración en láminas de cielo raso, con manchas pardas. - Grieta vertical en intersección de muro de arcada con muro perimetral.	LEVE
Alcobas	- Humedad por filtración en cielo raso con presencia de líquenes. Para la alcoba 1 filtración en parte superior de muro perimetral. - Erosión en piso en plantilla pulida.	LEVE
Baño	- Grietas y fisuras en parte superior de muros. - Humedad por absorción capilar.	SEVERO



	- Presencia de hongos y líquenes. - Humedad por filtración en piezas de madera de cubierta. - Humedad en tejas de cemento de cubierta. - Desgaste de plantilla de piso.	
Cocina	- Grietas y fisuras en parte superior de muros. - Humedad bajo lavaplatos con presencia de comunidades biológicas. - Humedad por filtración en cubierta. - Desgaste de plantilla de piso.	SEVERO
Depósito	- Grietas de 1,5 cm en promedio a nivel de vano de puerta. - Humedad por filtración en cubierta y muro.	SEVERO
Patio uno	- Suciedad generalizada por lavado diferencial y depósito. - Humedad lateral. - Presencia de hongos, líquenes y verdín. - Erosión de pieza de mampostería a nivel de vano. - En piso desgastes, fisuras, grietas y hundimientos.	SEVERO
Labores	- Musgo y microfisuras en zona inferior de muro. - Lámina metálica de cubierta con oxidación. - Desgaste de piso en plantilla pulida. - Deformación por alabeo en muro divisorio con patio dos.	SEVERO
Patio dos	- Erosión y delaminación en piezas de mampostería. - Humedades y presencia de comunidades biológicas. - No se evidencian columnetas ni vigas de amarre superior.	SEVERO

Nota: Las afectaciones severas se agrupan en el baño, cocina, depósito, labores y patios. Fuente: Elaboración propia.

5.3 Exploraciones y ensayos de campo

Debido a que el inmueble es el lugar de residencia de la familia Mercado Hernández, se optó por la realización de exploraciones de campo, toda vez que estas pueden realizarse sin perjudicar la calidad de vida y la estabilidad estructural del inmueble. Así, se planteó realizar apiques, calas y seguimiento de fisuras y grietas.

Para el caso del seguimiento de las grietas y fisuras halladas, se realizó un primer registro de las dimensiones a inicios del mes de enero del año 2018, continuando este seguimiento un año después en enero de 2019. De esta manera se revisaron los movimientos de las grietas y fisuras, identificando la inactividad o actividad de las mismas. Así mismo se realizaron apiques para confirmar el tipo de cimiento existente (por el año de construcción se estimó que se trataba de una cimentación superficial, anotando que la edificación no presenta columnas y que los muros actúan por ende como muros de carga no confinados). Se realizó además una cala estratigráfica a



nivel de muro de fachada lateral verificando el tipo de elemento de mampostería empleado en la construcción original. Así se obtuvieron los documentos de: informe de apiques y calas, fichas de apiques, y control de fisuras y grietas (figuras 105 y 106); que se agregan a este escrito como anexos.

ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN EXISTENTE		UBICACIÓN:	FICHA N°:
HALLAZGOS:		C-2-3	1
LOCALIZACIÓN EN EL CONJUNTO		DIMENSIONES:	APIQUE N°:
LOCALIZACIÓN EN EL ESPACIO		0.72*0.45*0.50 ancho*largo*profundidad	A-1
DETALLE DE APIQUE		CONTROL DE FISURAS Y GRIETAS	
Fot. 1: Preparación inicial		Fot. 2: Control de fisuras y grietas	
Fot. 3: Control de fisuras y grietas		Fot. 4: Control de fisuras y grietas	
Fot. 5: Control de fisuras y grietas		Fot. 6: Control de fisuras y grietas	
Fot. 7: Control de fisuras y grietas		Fot. 8: Control de fisuras y grietas	
Fot. 9: Control de fisuras y grietas		Fot. 10: Control de fisuras y grietas	
Fot. 11: Control de fisuras y grietas		Fot. 12: Control de fisuras y grietas	
Fot. 13: Control de fisuras y grietas		Fot. 14: Control de fisuras y grietas	
Fot. 15: Control de fisuras y grietas		Fot. 16: Control de fisuras y grietas	
Fot. 17: Control de fisuras y grietas		Fot. 18: Control de fisuras y grietas	
Fot. 19: Control de fisuras y grietas		Fot. 20: Control de fisuras y grietas	
Fot. 21: Control de fisuras y grietas		Fot. 22: Control de fisuras y grietas	
Fot. 23: Control de fisuras y grietas		Fot. 24: Control de fisuras y grietas	
Fot. 25: Control de fisuras y grietas		Fot. 26: Control de fisuras y grietas	
Fot. 27: Control de fisuras y grietas		Fot. 28: Control de fisuras y grietas	
Fot. 29: Control de fisuras y grietas		Fot. 30: Control de fisuras y grietas	
Fot. 31: Control de fisuras y grietas		Fot. 32: Control de fisuras y grietas	
Fot. 33: Control de fisuras y grietas		Fot. 34: Control de fisuras y grietas	
Fot. 35: Control de fisuras y grietas		Fot. 36: Control de fisuras y grietas	
Fot. 37: Control de fisuras y grietas		Fot. 38: Control de fisuras y grietas	
Fot. 39: Control de fisuras y grietas		Fot. 40: Control de fisuras y grietas	
Fot. 41: Control de fisuras y grietas		Fot. 42: Control de fisuras y grietas	
Fot. 43: Control de fisuras y grietas		Fot. 44: Control de fisuras y grietas	
Fot. 45: Control de fisuras y grietas		Fot. 46: Control de fisuras y grietas	
Fot. 47: Control de fisuras y grietas		Fot. 48: Control de fisuras y grietas	
Fot. 49: Control de fisuras y grietas		Fot. 50: Control de fisuras y grietas	
Fot. 51: Control de fisuras y grietas		Fot. 52: Control de fisuras y grietas	
Fot. 53: Control de fisuras y grietas		Fot. 54: Control de fisuras y grietas	
Fot. 55: Control de fisuras y grietas		Fot. 56: Control de fisuras y grietas	
Fot. 57: Control de fisuras y grietas		Fot. 58: Control de fisuras y grietas	
Fot. 59: Control de fisuras y grietas		Fot. 60: Control de fisuras y grietas	
Fot. 61: Control de fisuras y grietas		Fot. 62: Control de fisuras y grietas	
Fot. 63: Control de fisuras y grietas		Fot. 64: Control de fisuras y grietas	
Fot. 65: Control de fisuras y grietas		Fot. 66: Control de fisuras y grietas	
Fot. 67: Control de fisuras y grietas		Fot. 68: Control de fisuras y grietas	
Fot. 69: Control de fisuras y grietas		Fot. 70: Control de fisuras y grietas	
Fot. 71: Control de fisuras y grietas		Fot. 72: Control de fisuras y grietas	
Fot. 73: Control de fisuras y grietas		Fot. 74: Control de fisuras y grietas	
Fot. 75: Control de fisuras y grietas		Fot. 76: Control de fisuras y grietas	
Fot. 77: Control de fisuras y grietas		Fot. 78: Control de fisuras y grietas	
Fot. 79: Control de fisuras y grietas		Fot. 80: Control de fisuras y grietas	
Fot. 81: Control de fisuras y grietas		Fot. 82: Control de fisuras y grietas	
Fot. 83: Control de fisuras y grietas		Fot. 84: Control de fisuras y grietas	
Fot. 85: Control de fisuras y grietas		Fot. 86: Control de fisuras y grietas	
Fot. 87: Control de fisuras y grietas		Fot. 88: Control de fisuras y grietas	
Fot. 89: Control de fisuras y grietas		Fot. 90: Control de fisuras y grietas	
Fot. 91: Control de fisuras y grietas		Fot. 92: Control de fisuras y grietas	
Fot. 93: Control de fisuras y grietas		Fot. 94: Control de fisuras y grietas	
Fot. 95: Control de fisuras y grietas		Fot. 96: Control de fisuras y grietas	
Fot. 97: Control de fisuras y grietas		Fot. 98: Control de fisuras y grietas	
Fot. 99: Control de fisuras y grietas		Fot. 100: Control de fisuras y grietas	
Fot. 101: Control de fisuras y grietas		Fot. 102: Control de fisuras y grietas	
Fot. 103: Control de fisuras y grietas		Fot. 104: Control de fisuras y grietas	
Fot. 105: Control de fisuras y grietas		Fot. 106: Control de fisuras y grietas	

Figuras 105 y 106: Apiques y control de fisuras. Fichas de apiques y ficha de control de fisuras y grietas.
Fuente: Elaboración propia.

Apiques y calas estratigráficas.

Para identificar el sistema constructivo, tipo de cimentación, materiales utilizados y estado de integridad de los elementos de la casa de la familia Mercado Hernández en la ciudad de Barranquilla, se optó por la realización de exploraciones a nivel de calas profundas y apiques, que permitieron evidenciar los materiales existentes, dimensiones, estados de conservación y de demás características representativas. En total se ejecutaron dos apiques y una cala, obedeciendo al criterio de alterar mínimamente la vivienda con el fin de que no surgieran lesiones adicionales a la edificación, recordando que esta se mantiene en uso. En el anexo Informe de Calas y Apiques se evidencia el proceso de ejecución de las exploraciones y se diagraman los hallazgos con mayor detalle.

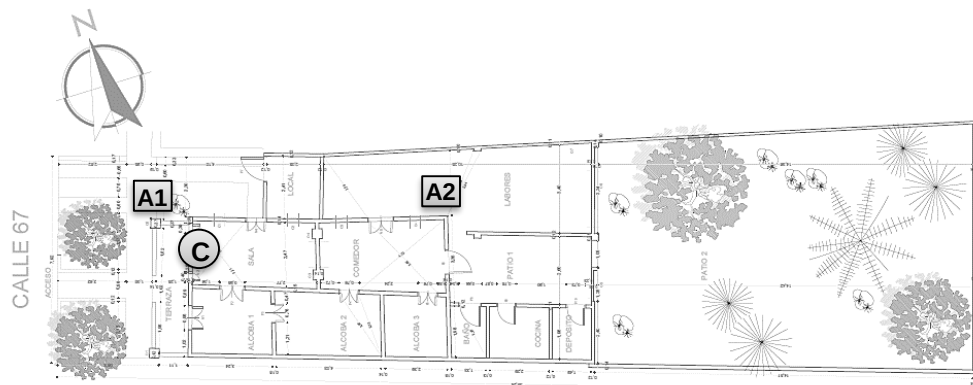


Figura 107: Localización de apiques. A1, corresponde a apique 1, mientras que A2 corresponde al apique y C indica las calas. Fuente. Elaboración propia.

La figura 107 permite identificar la ubicación de los dos apiques y la cala realizada como exploración y ensayos de campo.

Hallazgos.

Apique 1: Se registra posible viga de arriostra de cimentación superficial corrida, o murete perimetral bajo muro bajo de terraza. La viga de arriostra consiste en una viga levantada en piezas de arcilla maciza cocida, de dimensiones de 0,23x 0,05 m (la misma pieza hallada en cala N° 1), sin aparente presencia de acero de refuerzo. Este elemento presenta una profundidad promedio de 0,25 metros. Se procedió a excavar hasta los 0,50 metros aproximadamente, sin encontrar ningún elemento bajo este. Dada la evidente superficialidad del elemento de cimentación se acordó con permiso de los propietarios, la realización de una segunda exploración a nivel de patio, en una esquina del mismo, con la intención de encontrar algún elemento que permitiera identificar la profundidad promedio de la cimentación.

Apique n° 2: Se ejecutó a nivel de patio, hasta una profundidad de 0,53 m, hallando cimentación superficial en concreto con agregado en piedra caliza. La profundidad del elemento



encontrado fue de 0,33 m; el agregado en piedra caliza presentaba dimensiones de ancho de hasta 12 cm.

El sistema estructural corresponde por tanto a una cimentación superficial corrida en concreto ciclópeo, con uso de plataforma elevada en ladrillo de arcilla cocida para el soporte de muros; la mampostería es a soga y tizón en ladrillo macizo de arcilla (0.23*0.05 m), con juntas de 2 a 3 cm y pañetes de aproximadamente 3 cm en mortero de cemento para el caso del hallazgo en apique 1; la plataforma elevada que se evidencia sobre el área del apique 2 se presume con aparejo por hiladas compuestas por dos ladrillos en soga y la siguiente en tizón. La cubierta es en teja de cemento, con soportería en listones de madera a dos aguas. Se destaca la excelente calidad de los materiales constitutivos, que sumados a la zona sísmica de baja incidencia han garantizado la estabilidad de la edificación original a pesar de la superficialidad y dimensiones de la cimentación. Véase figuras 108, 109 y 110.

Cala profunda: se evidenciaron las siguientes capas: pintura en tonalidad amarilla color oro azteca AM006- D, de colores Pintuco, seguida de una capa de pintura blanca, pañete en mortero con espesor de 1.5 cm aproximadamente y levante en ladrillo de arcilla macizo cocido de 23*5 cm (largo* ancho), con aparejo tipo soga y tizón, y mortero en cemento para pega de 2 cm.

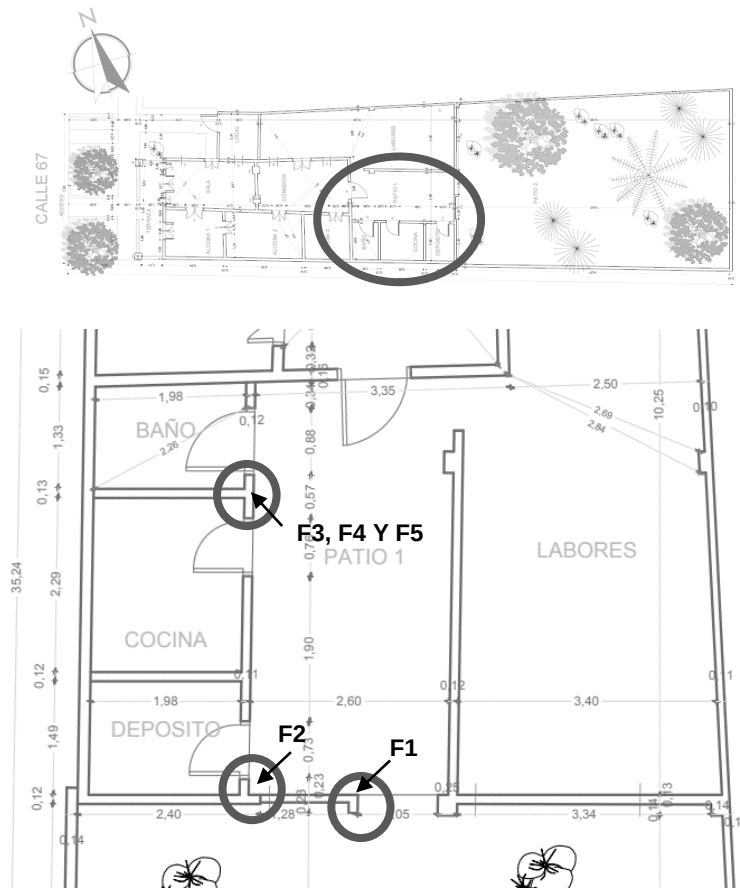


Figuras 108, 109 y 110: Apiques 1 y 2 y cala profunda. Fuente. Elaboración propia.



Control de grietas y fisuras

Se llevó a cabo un seguimiento con respecto a las dimensiones de ancho de las grietas y fisuras, así como las dimensiones de largo de las mismas. Para esto se realizó ficha de control de fisuras, véase anexo de Control de fisuras y grietas, donde se incluye el nombre del espacio, la localización de la afectación en el plano general del inmueble, la vista general de la patología y el detalle con elemento de medida a nivel de fisurómetro para las mediciones 1 y 2, así como una breve descripción de la lesión. Cabe destacar que las grietas y fisuras se evidencian en una construcción adicional y posterior a la construcción del inmueble principal, que se encuentra adosado al mismo, sin junta sísmica ni otro tipo de tratamiento, figuras 111 y 112.



Figuras 111 y 112: Fisuras. Localización de fisuras estudiadas. Fuente. Elaboración propia.

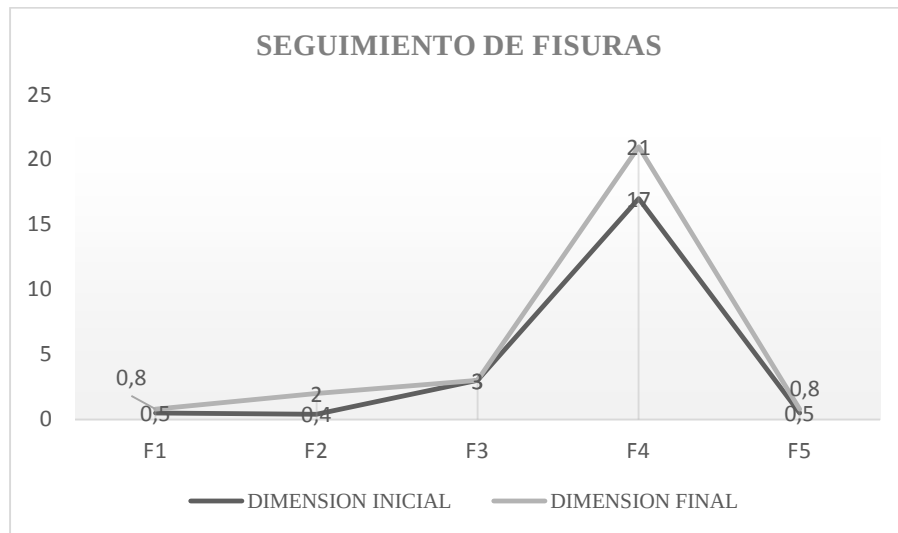


Figura 113: Control de fisuras. Gráfico de seguimiento de fisuras y grietas, la unidad de medida es milímetros. La medición inicial fue el 4 de enero de 2018 y la final el 19 de enero de 2019. Fuente. Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la figura 113, las grietas y fisuras se mantienen activas, solo para el caso de uno de las cinco grietas analizadas no se notó ensanchamiento de la misma, pero si crecimiento longitudinal de esta.

5.4 Conclusiones: diagnóstico general

El inmueble de propiedad de la familia Mercado Hernández emplazado en el Barrio Boston de Barranquilla D.E.I.P., corresponde a una edificación de un piso, con cimentación superficial en vigas de concreto ciclópeo sobre los que se levanta un sobrecimiento o plataforma elevada (el ancho de esta es superior al ancho de los muros lo que señala un aparejo diferente) en muros de ladrillo de arcilla cocida y maciza, los muros de carga en aparejo soga y tizón (también en ladrillo macizo de arcilla cocida), y cubierta en teja de cemento a par y nudillo a dos aguas. Posterior a la exploración de campo realizada con excavaciones mínimas, teniendo como premisa máxima que la edificación se encuentra en uso por la familia propietaria de la misma, se evidenció la superficialidad de la cimentación, la ausencia de aceros de refuerzo y dimensiones



mínimas en los elementos hallados; destacándose la ausencia de sintomatología que señale fallas estructurales de resistencia generalizadas, debido a que las grietas halladas se presentan en la construcción más reciente y que funciona como un adicional al inmueble.

Se señala la necesidad de una intervención a nivel de ampliación de cimentación, así como la obligatoriedad de separar la edificación antigua de la reciente pues estas están sometidas a sollicitaciones y condiciones distintas, pero al estar contiguas y sin junta de dilatación sísmica se obligan a trabajar equivocadamente como un solo conjunto. Por último, se recalca que el sistema estructural del inmueble no es apto para aumento de cargas, cambio de uso, o aumento de niveles para ampliación y que no cumple con los requisitos de confinamientos de muros señalados por la NSR-10.

El inmueble presenta una afectación que ha causado la aparición de más lesiones: asentamiento de suelo; este asentamiento diferencial mínimo, propio de la arcilla, ha dado lugar al movimiento de elementos de soporte de la cubierta a dos aguas en tejas de cemento apoyadas sobre pares y correas, que a su vez generó humedad por filtración generalizada en todo el inmueble. A nivel de construcciones posteriores (baño, cocina y depósito) el movimiento de terreno, la inadecuada calidad de la construcción, y las fallencias a nivel de elementos estructurales de confinamiento han generado fisuras y grietas sobre vanos de puertas de estos espacios, además de la mencionada humedad por filtración en cubierta que en el caso del depósito se presenta incluso a nivel de muro. En los patios se evidencian hundimientos del recubrimiento de piso que han sido intervenidos a manera artesanal sin lograr la disminución de grietas, fisuras y roturas de la plantilla.



Este movimiento de terreno es natural, por características intrínsecas de la arcilla; sin embargo, la cimentación del inmueble al ser superficial no permite que las cargas se transmitan de manera adecuada; así, la falta de columnas y vigas superiores para confinamiento han dado lugar a las grietas que se evidencian en las fotografías de los espacios adicionales y al desplome de puertas estos. En esta misma línea (fallas por concepción de diseño) se señalan las fachadas planas y sin aleros suficientes para protección de estas, falta de aleros para muro divisorio de patio uno y labores, y fallas de muros al transmitir la carga de la cubierta. Se anuda a este hecho fallas constructivas, como el caso del traslapo de la losa de fachada que se realizó en punto de momento flector de viga, falta de pañete de recubrimiento para muros perimetrales a nivel de patio dos y falta de enchape de muro en baños o por lo menos uso de producto de impermeabilización para este.



6. PROPUESTA INTEGRAL DE INTERVENCIÓN

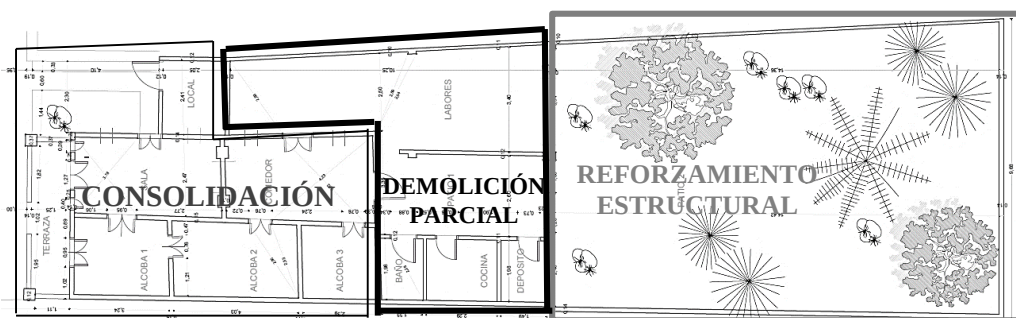


Figura 114: Propuesta de intervención. Esquema de propuesta integral de intervención. Fuente. Elaboración propia.

Para generar una solución o reparación a las lesiones existentes, se realizará un paso a paso que consiste en recapitular las fallas evidenciadas, proponiendo una reparación para cada una de estas; posteriormente todas estas acciones se agruparan en una propuesta integral de intervención a nivel de rehabilitación⁹ del inmueble, ver figura 114. Así los criterios de intervención se basan en la consolidación de la construcción original (sala, comedor, alcobas) y la demolición parcial de las adiciones constructivas (baño, cocina, deposito, patio uno y labores), realizando reforzamiento estructural de muros perimetrales o de patio, reparando o reemplazando piezas de mampostería, con posterior aplicación de pañete de recubrimiento del mismo.

Debido al avanzado estado de deterioro de los muros y cubierta de las construcciones adicionales, y dado que estas carecen de valor estético, se propone la demolición parcial y reubicación de estos espacios; toda vez que en los muros de los mismos presentan grietas y fisuras activas y pasantes, así como humedades generalizadas con gran afectación de

⁹ Obras necesarias para adaptar un inmueble garantizando la preservación de sus características, modernizando las instalaciones y optimizando y mejorando el uso de los espacios.



comunidades biológicas. Recordando también, que actualmente estos muros se encuentran “anclados” a la construcción original y que por tanto infieren en la estabilidad estructural del inmueble haciéndolos funcionar como un conjunto, pero que seguramente presentan cimentación, materiales y comportamiento diferente a la construcción original.

La tabla 13 nos muestra un compendio de las intervenciones a ejecutar para la construcción original.

Tabla 13

Resumen de intervenciones a realizar en construcción original.

ESPACIO	LESIONES	INTERVENCIÓN
Fachada principal	- Corrosión en rejas. - Humedad por filtración en losa. - Humedad en muros.	- Reparación de rejas. - Reconstrucción de losa. - Limpieza de muros con desprendimiento y pintura.
Fachada lateral	- Humedad por absorción en muros. - Suciedad en muros. - Corrosión de rejas.	- Limpieza de muros con desprendimiento y pintura. - Reparación de rejas.
Sala y comedor	- Humedad por filtración en láminas de cielo raso. - Grieta vertical en intersección de muro de arcada con muro perimetral.	- Reparación de cubierta a nivel de reemplazo de láminas y listones de madera partidos. - Limpieza y pintura de láminas de cielo raso en asbesto cemento. - Tratamiento de grietas por juntas de dilatación.
Alcobas	- Humedad por filtración en cielo raso con presencia de líquenes. Para la alcoba 1 filtración en parte superior de muro perimetral. - Erosión en piso en plantilla pulida.	- Reparación de cubierta a nivel de reemplazo de láminas y listones de madera partidos. Limpieza y pintura de láminas de cielo raso en asbesto cemento. - Limpieza de muros con desprendimiento y aplicación de pintura para alcoba 1. - Instalación de piso en baldosa cerámica que armonice con la existente en sala y comedor.

Nota: Para la construcción original se plantean la consolidación de espacios y ornamentos mediante reparaciones locativas. Fuente: Elaboración propia.



En la Tabla 14 se resumen las intervenciones para el baño, cocina, depósito, labores y patio.

Tabla 14

Resumen de intervenciones a realizar en construcciones adicionales.

ESPACIO	LESIONES	INTERVENCIÓN
Baño	- Grietas y fisuras en muros. - Humedad por absorción en muros. - Humedad por filtración en cubierta. - Desgaste de plantilla de piso.	
Cocina	- Grietas y fisuras en muros. - Humedad en muro con presencia de comunidades biológicas. - Humedad por filtración en cubierta. - Desgaste de plantilla de piso.	- Desmonte de cubierta.
Depósito	- Grietas de 1,5 cm en promedio a nivel de vano de puerta. - Humedad por filtración en cubierta y muro.	- Demolición parcial de muros.
Patio uno	- Suciedad generalizada en muros. - Humedad lateral con hongos, líquenes y moho en muros. - Erosión de pieza de mampostería. - En piso grietas y hundimientos.	- Reubicación de espacio.
Labores	- Musgo en zona inferior de muro. - Lámina metálica de cubierta con oxidación. - Desgaste de piso en plantilla pulida. - Deformación por alabeo en muro.	

Nota: Se recomienda la reubicación del baño, cocina, depósito y labores. Fuente: Elaboración propia.

Para el patio dos se detallan las afectaciones encontradas en el anexo de Fichas de Patología, y en la tabla 15 a continuación. Básicamente se debe intervenir a nivel de reforzamiento estructural por medio de refuerzo de cimentación, columnas y viguetas superiores para confinamiento de muro debido a las dimensiones longitudinales de los mismos, también se deben limpiar los muros existentes, con reemplazo de piezas de levante de mampostería cuando fuere necesario, aplicando impermeabilización, pañete y pintura para exteriores.

Tabla 15

Resumen de intervenciones a realizar en patios y labores.

ESPACIO	LESIONES	INTERVENCIÓN
Patio dos	- Erosión y delaminación en piezas de mampostería. - Humedades y presencia de comunidades biológicas. - No se evidencian columnetas ni vigas de amarre superior.	- Reforzamiento estructural con uso de columnas y viguetas. - Lavado de muro con rinse, cambio de piezas de mayor afectación, reparación de mortero de pega, sellado, secado y aplicación de recubrimiento.

Nota: Los muros de patio deben ser intervenidos a nivel estructural y estético. Fuente: Elaboración propia.



Documentación grafica general:										CASA MERCADO HERNANDEZ BARRANQUILLA- ATLANTICO																																																									
										HISTORIA CLINICA: FICHA DE REGISTRO DE DATOS Y VALORACIÓN																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Niveles:</th> <th colspan="8">Caracterización de lesiones:</th> </tr> <tr> <th>Critico</th> <th>Moderado</th> <th colspan="2">Afectación de daño</th> <th colspan="3">Nivel de recuperación</th> <th colspan="3">Grado de lesión</th> </tr> <tr> <th>Leve</th> <th></th> <th>Seguridad</th> <th>Funcionalidad</th> <th>Aspecto</th> <th>Imprescindible</th> <th>Necesario</th> <th>Conveniente</th> <th>Severo</th> <th>Moderado</th> <th>Leve</th> </tr> </thead> </table>											Niveles:		Caracterización de lesiones:								Critico	Moderado	Afectación de daño		Nivel de recuperación			Grado de lesión			Leve		Seguridad	Funcionalidad	Aspecto	Imprescindible	Necesario	Conveniente	Severo	Moderado	Leve																										
Niveles:		Caracterización de lesiones:																																																																	
Critico	Moderado	Afectación de daño		Nivel de recuperación			Grado de lesión																																																												
Leve		Seguridad	Funcionalidad	Aspecto	Imprescindible	Necesario	Conveniente	Severo	Moderado	Leve																																																									
Características generales Muros de larga longitud Ausencia de diafragmas Ausencia de columnas Adosamiento de viviendas vecinas Diversidad de piezas de levante		Observaciones Generalizado Generalizado Generalizado Generalizado Generalizado		<table border="1"> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>																																																															Responsable: Claudia Milena Canillo Barrios
				Área de estudio: Mampostería																																																															
				Elementos: Muros perimetrales																																																															
				Ficha N°: 2																																																															
				21/10/2018																																																															

Figura 115: Fichas de patología. Ficha de patología para muros de patio dos. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 115 se aprecia una imagen general de las fichas de patología, las cuales (como se dijo anteriormente) detallan las acciones a realizar para los muros del patio.

6. 1 Consolidación de la construcción original

Refuerzo de la cimentación.

La figura 116 señala los muros a reforzar en la vivienda.

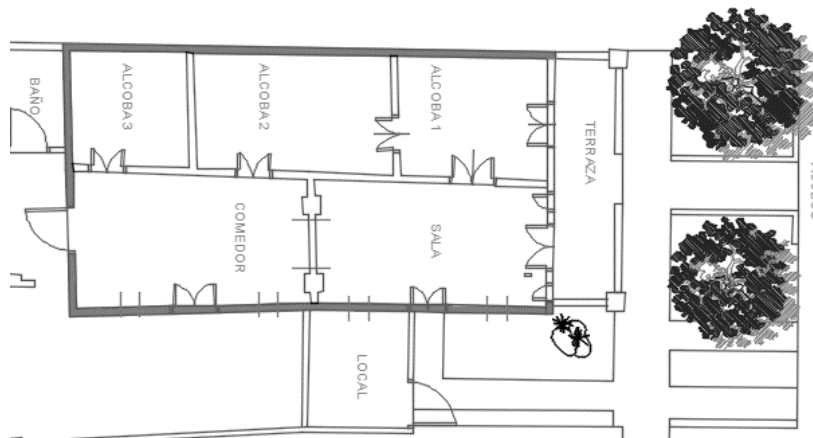


Figura 116: Reforzamiento. Muros para reforzamiento de la cimentación. Fuente: Elaboración propia.



La construcción original no presenta grietas, fisuras, torsiones o alabeos en sus muros y de conformidad con los hallazgos de las exploraciones realizadas, podemos inferir que el inmueble presenta estabilidad estructural moderada, aun cuando no cuenta con elementos de confinamiento superiores; así, en aras de asegurar la vida útil del inmueble y por la capacidad económica de los propietarios del mismo, se propone realizar reforzamiento de la cimentación en muros perimetrales de acuerdo a las acciones de reparaciones de vivienda del Manual de Construcción, Evaluación y Rehabilitación Sismo Resistente de Viviendas en Mampostería. Ver figura 117.

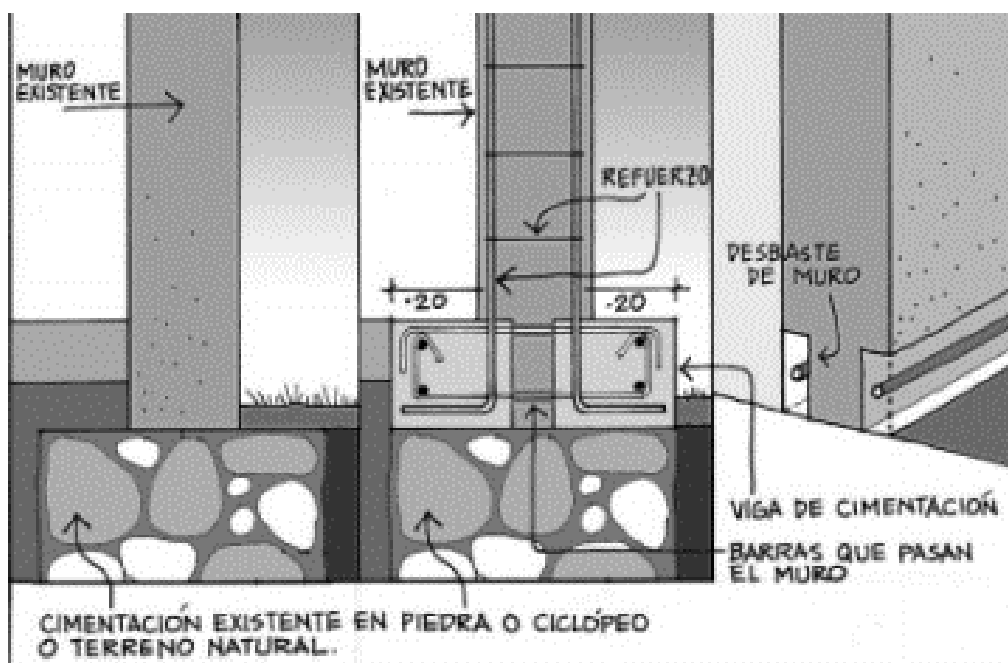


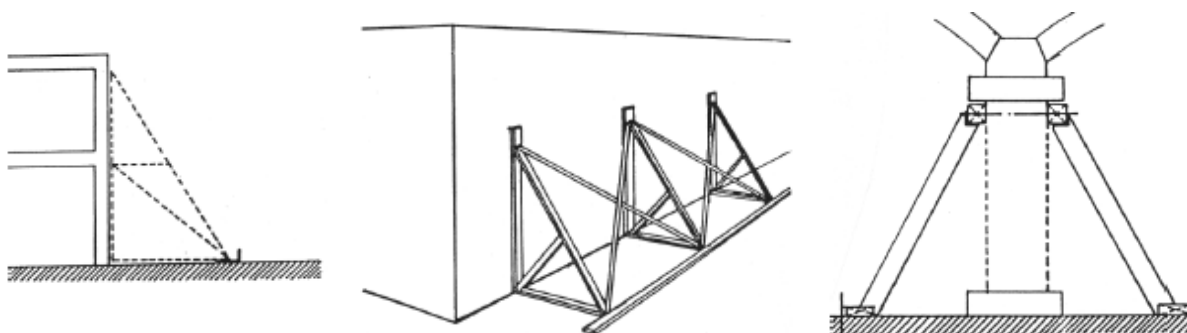
Figura 117: Recalce de la cimentación. Esquema de recalce a realizar. Fuente: (AIS, 2001).

Este reforzamiento consiste en construir vigas de cimentación en concreto reforzado sobre la cimentación existente de los muros perimetrales, para ello se recomienda hacer una excavación de manera paralela a los muros, aproximadamente a 0,20 m de separación de cada lado. El Manual señala que la parte del muro empotrada al suelo debe picarse para anclar los refuerzos, posteriormente deben clocarse las formaleas y fundir el elemento en concreto cuidando el curado del mismo. Las fases para la ejecución del refuerzo de la cimentación son:



- ✓ Refuerzo y apoyo provisional del inmueble mediante apeos tanto exteriores como interiores, esta transferencia de cargas al apoyo se hace mediante cuñas y gatos.
- ✓ Intervención de la cimentación: se opta por reforzar el sistema de cimentación existente mediante la instalación de viga de arriostra en concreto, manteniendo el plano de apoyo, para ello debe de cuidar de anclar mediante varillas de acero corrugadas la cimentación existente con el recalce a instalar con el uso de resinas epóxica.
- ✓ Transferencia de cargas a la cimentación modificada, se debe dejar curar el concreto para transferir las cargas a este, posteriormente se debe de rellenar las excavaciones realizadas y si fuese necesario reparar platillas de piso.

Con respecto a los apuntalamientos, véase figuras 118, 119 y 120, se recomienda el uso de apeos angulares para evitar desplomes, alabeos y deformaciones. Para contrarrestar los empujes en muros divisorios internos de la vivienda se recomienda un apeo por collarín y tornapuntas, que funcionan como arriostramientos horizontales.



Figuras 118, 119 y 120: Apuntalamientos. Estructura para evitar deformaciones y apeo con collarines para carga al terreno. Fuente: (Rodríguez, F; Rodríguez, V; Santa Cruz; Torreño y Ubeda, 2004).

Reconstrucción de losa.

Por el avanzado estado de carbonatación del elemento y a razón de que las deformaciones de esta señalan que ha perdido su resistencia inicial, se recomienda demolición y reconstrucción de



la losa; optando por una losa aligerada. Así mismo, se sugiere que esta no se apoye en el muro perimetral de la vivienda, puesto que lo someterá a solicitaciones para las cuales no fue diseñado y evidentemente no resistirá, por ello se considera una losa con un sistema de apoyo totalmente independiente a la vivienda existente. Para esto es necesario la asesoría de un ingeniero estructural que calcule y diseñe tanto la losa aligerada como el sistema de apoyo de la misma, preferiblemente en concreto reforzado para mimetizar el elemento nuevo y guardar armonía con lo existente, esta losa debe respetar el muro y las columnas existentes.

En el caso de las columnas existentes, se debe realizar reparación estética de las mismas a nivel de reconstrucción formal (afectación antrópica).

Tratamiento de fisuras por juntas de dilatación.

A nivel de intersección de muro perimetral con arcada de la sala se evidencia una fisura inactiva que corresponde a una falla por trabado de muro y se puede manejar como una junta de dilatación. Para este caso, se recomienda inyección de un agente de adherencia estructural al interior de la grieta, que rellene y mejore la adherencia entre las piezas de mampostería. Se deben remover por completo los fragmentos defectuosos y la suciedad de la grieta conformando una regata de hasta 2 cm, inyectando el epóxico desde la parte superior de la grieta y removiendo (si es necesario) el exceso del mismo, la limpieza y tratamientos posteriores no se deben realizar hasta que el epóxico no este curado por completo. Para este caso se recomienda el sellante de uso general VULKEM 116 de Toxement, este material es de fácil aplicación con pistola de calafateo y ofrece excelente desempeño en juntas dinámicas.



Reparación de cubierta.

Es recomendable esta acción a lo largo del inmueble original, ejecutando por espacio, apuntalando (si fuere necesario), ingresando a la estructura de la cubierta y cambiando los elementos de madera que estén afectados por el comején o la humedad. Posterior a esto se debe subir hasta el recubrimiento en tejas de cemento y hacer sustitución de piezas partidas, revisando el anclaje adecuado de todas las tejas existentes.

Limpieza y pintura de láminas de cielo raso.

Posterior a la reparación de la cubierta, se debe realizar desprendimiento de pintura de láminas de cielo raso, limpieza de la misma con cepillo de grata hasta dejar una superficie sin grasa o restos de pintura anterior, luego se debe aplicar una nueva capa de pintura con brocha o rodillo hasta lograr el acabado deseado.

Limpieza de muros con desprendimiento de pintura, ensuciamiento y hongos.

Para las fachadas y en el muro de alcoba 1, se evidencian afectaciones por humedad con presencia de comunidades biológicas y pérdida de pintura de recubrimiento, en estos casos se recomienda limpieza natural de la superficie con agua limpia con el menor contenido de sales posibles, combinándola con un sistema de cepillado suave. Debido al avanzado estado de afectación de las comunidades biológicas a nivel de fachada lateral, puede ser necesario el uso de algún rinse para desmanchar la fachada. Para el uso del rinse la superficie debe estar seca, libre de grasa y de partículas sueltas; se puede mezclar el rinse con agua aplicándolo con un cepillo o esponja plástica frotando las manchas o suciedades, antes de que se seque el producto debe retirarse con agua limpia volviendo a frotar la superficie con el cepillo o esponja. Posterior a esto



se debe permitir el secado de la superficie por al menos tres días, aplicando impermeabilizante y pintura de exteriores (para el caso de las fachadas se recomienda el uso de pinturas hidrófugas).

Instalación de baldosa para piso.

En el caso de las alcobas se presenta plantilla de piso pulida con erosión, roturas y desgaste; se recomienda como una solución meramente estética instalar baldosas de cemento, como las existentes en la sala y comedor. Para ello es necesario picar la plantilla, generando un mejor puente de adherencia para la aplicación de pegante, quitando los fragmentos rotos y eliminando cual residuo orgánico. Seguidamente se debe revisar que el área satisfaga los requerimientos técnicos de nivelación, realizar una articulación en seco estableciendo los ejes iniciales y laterales con piezas de remate y cortes; preparar el pegante y esparcirlo sobre la superficie usando una llana dentada (si la pieza es superior a los 30 cm se recomienda esparcir el pegante en la espalda de la pieza usando el lado liso de la llana); se debe instalar las piezas usando juntas de dilatación de hasta 4 mm con uso de dilatadores plásticos, golpeando las piezas sobre el piso con un martillo de plástico. Emboquillar después de 24 horas de instaladas las baldosas.

Reparación carpintería y elementos ornamentales.

Para la recuperación integral del inmueble se recomienda intervenir las ventanas, puertas, rejas y capiteles de columnas, llevando cada una de estas a sus características formales iniciales. Para el caso de las rejas en hierro forjado de las ventanas y puertas se recomienda lijado y limpieza con cepillo de grata, posterior aplicación de pintura anticorrosiva, secado y aplicación de pintura decorativa. En cuanto a las rejas de las ventanas de fachada lateral se recomienda cambio total de las mismas por el avanzado estado de corrosión.



A nivel de puertas y ventanas se recomienda sustituciones parciales o cambio de piezas de madera con graves afectaciones, con lijado y limpieza de todo el elemento y posterior aplicación de protección superficial.

6.2 Demolición parcial y reubicación de construcciones adicionales

Desmante.

Para el baño, cocina, depósito y labores se recomienda el desmante de elementos existentes, desmontando la cubierta con sus elementos de madera, así como los aparatos sanitarios, lavadero y lavaplatos, con sellado de desagües y acometidas de suministro de agua, corte del suministro eléctrico de los espacios y retiro de cableado y aparatos eléctricos. Se pueden seleccionar los materiales reutilizables y/o reciclajes para venta.

Demolición parcial de muros y plantilla de piso.

Posterior al desmante de elementos, se realizará demolición de muros y plantillas de piso según figura 121, realizando esta demolición con herramientas manuales o mecánicas de menor tamaño para evitar daños a construcciones vecinas, retirando los sobrantes y escombros y transportándolos a sitios que correspondan a botaderos certificados.

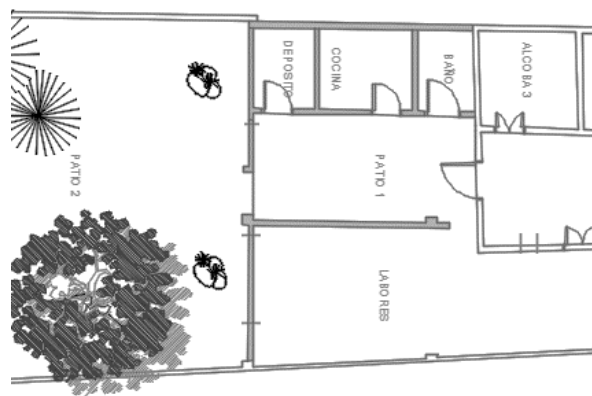


Figura 121: Demolición de muros. Se somborean los muros a demoler. Fuente: Elaboración propia.



Reubicación de espacios.

Se recomienda para un mayor confort y debido a las grandes afectaciones por grietas pasantes y humedades generalizadas la demolición y reubicación del baño, cocina y zona de labores. Por tratarse de una construcción actual esta debe ceñirse al marco de la NSR-10, de tal forma que será una construcción de un piso con sistema estructural en muros no estructurales confinados con cimentación superficial (por ser una edificación de un solo piso), esta cimentación será en concreto reforzado de resistencia a la compresión no menor de 21MPA con especificaciones de acuerdo al Título E.3 de la norma en mención. Se propone cubierta a dos aguas en lámina ondulada con instalación de lámina traslúcida para garantizar iluminación natural al interior de la cocina. Se recomienda impermeabilización para toda la plantilla, muros de baño y labores por medio de recubrimiento impermeable (SIKA 101).

La construcción nueva estará por tanto aislada de la construcción original para que cada inmueble trabaje como un conjunto separado, sin transmisión directa de solicitaciones.

Para el patio, se recomienda realizar plantilla de piso o instalación de adoquines tipo camino o recorrido, dejando preferiblemente un 60% del área sin recubrimiento.



La figura 122 nos muestra el plano de la propuesta integral de intervención.

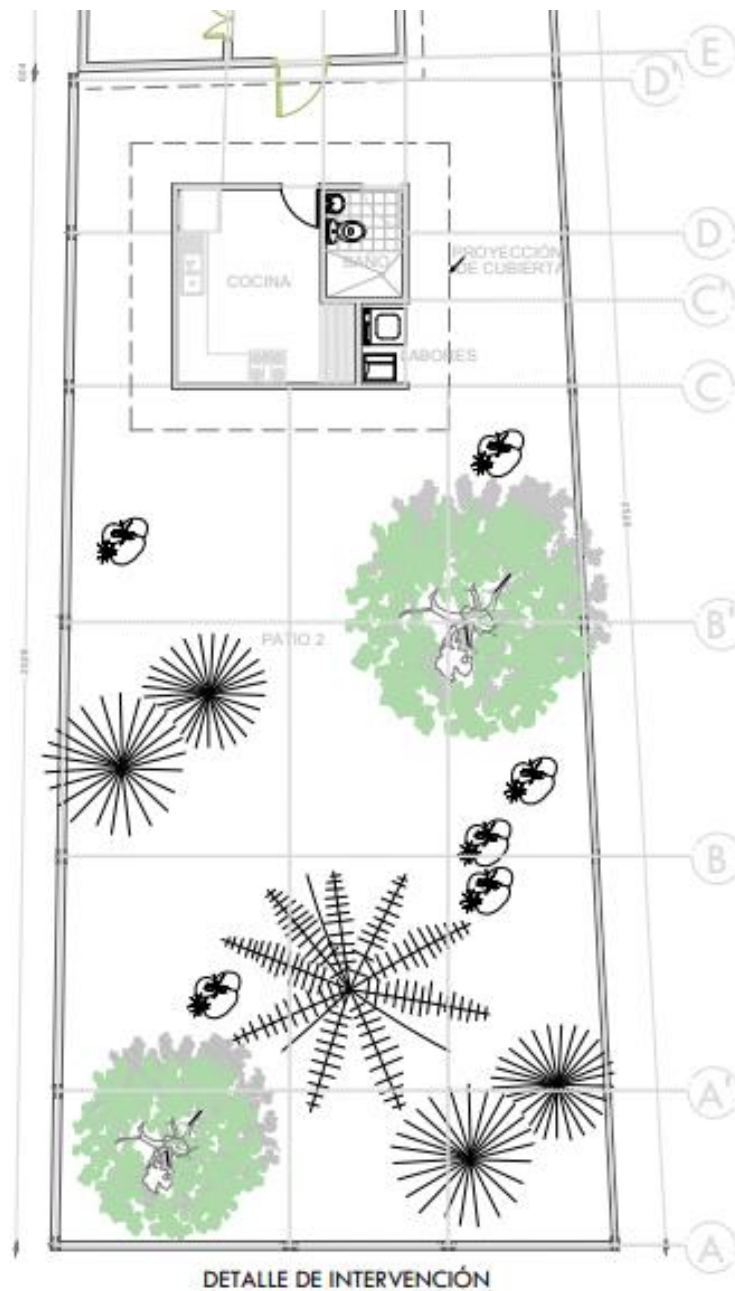


Figura 122: Reubicación de espacios. Propuesta de reubicación de espacio con inclusión de columnetas para muro perimetral. Fuente: Elaboración propia.



6.3 Reforzamiento estructural de muros perimetrales

Columnas y vigas de confinamiento en concreto reforzado.

Se ejecutará un reforzamiento estructural para los muros perimetrales construyendo columnas y vigas en concreto reforzado, empotradas a los muros, de conformidad con el Manual AIS y el numeral E.4 del Título E de la NSR-10.

De acuerdo al anexo Plano de Propuesta de Intervención Integral, es necesario cortar los muros en los lugares donde van a ubicarse las columnas, desde la parte superior hasta la cimentación, instalando anclajes en varillas de acero con epóxico en la cimentación existente, estos anclajes se traslaparán con los aceros de refuerzo de las columnetas, para posteriormente instalar las formaletas y fundir el elemento en concreto preparado en sitio realizando el vibrado necesario para evitar hormigueos. Las columnas deben empalmarse con el acero de refuerzo en la viga de arriostra superior. Estas columnas tendrán un área mínima de 200 cm^2 , y el espesor será igual al del muro, colocándose con distancias o mayores a los 4 metros, con refuerzos mínimos de acuerdo al numeral E.4.3.4. Las vigas de confinamiento deben tener también 200 cm^2 de área mínima, con ancho igual al espesor del muro, en la parte superior de este se recomienda la creación de un amarre que garantice el trabajo monolítico de los elementos conforme al numeral E.4.4.4.

Esta intervención requerirá informar y conciliar la ejecución de actividades con los vecinos colindantes, cuidando realizar las actividades con suma diligencia evitando afectaciones a las construcciones contiguas. Así mismo, se debe dejar juntas de dilatación entre las columnas y arriostras de confinamiento con respecto al muro existente.



Limpieza y tratamiento de muros perimetrales.

Para los muros perimetrales de patio se recomienda realizar limpieza y lavado, seguido de un emboquillado o reparación de mortero de pega, sustitución de piezas de mampostería si fuera necesario, aplicación de pañete impermeabilizado y pintura para exteriores.

Debido a que el muro no presenta actualmente ningún recubrimiento se debe realizar lavado con agua y rinse sobre el muro, con cepillo o esponja de plástico, dejándolo secar por mínimo tres días; posteriormente se debe revisar si es necesario hacer cambio o sustitución de piezas de levantes, recordando que el muro presenta una mezcla heterogénea de estas. Se recomienda realizar reparación de juntas removiendo el mortero altamente deteriorado teniendo cuidado de no dañar las piezas de mampostería contiguas, destituyendo el material disperso con un cepillo, lavado las juntas con agua corriente a presión. Las juntas deben pre-humedecerse sin excesos de agua colocando el nuevo mortero tratando de igualar las juntas existentes. Debido a la longitud de los muros perimetrales esta actividad se realizará únicamente en aquellas áreas en que la erosión de las juntas de las piezas de mampostería suponga falencias a nivel de agarre de la pieza.

Al terminar el proceso de emboquillado, y teniendo en cuenta que la prioridad de la intervención es garantizar una mayor vida útil de los elementos y espacios, se recomienda realizar pañetado de muros con aplicación de impermeabilizante y posterior aplicación de pintura para exteriores.



6.4 Presupuesto y programación para intervención integral del inmueble

Presupuesto.

A continuación, tabla 16 correspondiente al presupuesto de Proyecto de Intervención Integral del Inmueble con precios de 2019 para la ciudad de Barranquilla.

Tabla 16

Presupuesto de intervención.

PRESUPUESTO DE PROPUESTA INTEGRAL DE INTERVENCIÓN					
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
CONSOLIDACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN ORIGINAL					
1	REFUERZO DE LA CIMENTACIÓN	<i>m</i>	26	\$ 1.623.000	\$ 42.198.000
	Incluye apuntalamiento de muros, excavación, instalación de anclajes con epóxico a cimentación existente, manejo de acero, aplicación de inhibidor de corrosión, formaletas, fundida de concreto en sitio, curado, desencofrado y relleno de excavación o reparación de plantilla de piso afectada. Limpieza con recolección en punto de acopio.				
2	RECONSTRUCCIÓN DE LOSA				\$ 13.512.204
2.1	DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOSA Y SISTEMA DE SOPORTE	<i>und</i>	1	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000
	Incluye cálculos y planos estructurales de cimentación, columnas y losa para reconstrucción del elemento. Este sistema debe ser independiente al inmueble existente.				
2.2	RECONSTRUCCIÓN DE LOSA EXISTENTE	<i>m²</i>	8,6	\$ 863.754	\$ 7.428.286
	Incluye demolición con herramienta manual de losa existente, protección de piso existente, manejo de acero, aplicación de inhibidor de corrosión, apuntalamiento de plataforma, formaleta, fundida de concreto en sitio, curado, desencofrado, impermeabilización y limpieza con recolección en punto de acopio. Diseño de mezcla de concreto según diseño estructural.				
2.3	COLUMNAS DE SOPORTE DE NUEVA LOSA	<i>und</i>	4	\$ 1.232.505	\$ 4.930.021
	Incluye excavación a mano en terreno común, manejo de acero, fundida de zapata, pedestal y columna, formaleteado, desencofrado, curado y reparación de plantilla afectada. Diseño de mezcla de concreto según diseño estructural.				
2.4	PAÑETE PINTURA DE LOSA Y COLUMNAS	<i>m²</i>	8,83	\$ 17.425	\$ 153.898
	Incluye cualquier otra actividad para garantizar la armonía estética con los elementos existentes.				
3	TRATAMIENTO DE FISURAS POR JUNTAS DE DILATACIÓN	<i>m</i>	1	\$ 53.000	\$ 53.000
	Todo costo. Incluye cualquier obra civil meritoria para calidad estética de la actividad.				
4	REPARACIÓN DE CUBIERTA				\$ 4.396.350
4.1	LIMPIEZA CUBIERTA TEJA DE CEMENTO	<i>m²</i>	55,3	\$ 3.500	\$ 193.550
	Incluye limpieza de toda el área de la cubierta existente.				
4.2	CAMBIO DE TEJAS EXISTENTES	<i>m²</i>	22,12	\$ 70.000	\$ 1.548.400
	Incluye reposición de piezas rotas o en mal estado. Se promedia un estimado del 40% del área total de la cubierta de la construcción original.				
4.3	TRATAMIENTO EN ESTRUCTURA MADERA	<i>m²</i>	22,12	\$ 120.000	\$ 2.654.400
	Incluye inmunización de estructura de cubierta en madera y cambio de piezas del 40% del área de la cubierta.				
5	LIMPIEZA Y PINTURA DE LAMINAS DE CIELO RASO				\$ 2.057.160
5.1	DESMONTE CIELO RASO EXISTENTE	<i>m²</i>	55,3	\$ 7.200	\$ 398.160
	Incluye el desmonte del cielo raso existente para toda el área de la construcción original.				
5.2	REPARACION DE CIELO RASO	<i>m²</i>	55,3	\$ 30.000	\$ 1.659.000
	Reparación de cielo raso existente con limpieza, pintura y reinstalación de láminas.				
6	LIMPIEZA DE MUROS	<i>m²</i>	35,85	\$ 23.696	\$ 849.502
	Limpieza de muros con ensuciamiento y comunidades biológicas, incluye retiro de pintura existente, lavado, reparación de muros con yeso (si fuere necesario) y pintura vinílica tipo 1 a dos manos. Limpieza en punto de acopio.				



7	INSTALACIÓN DE BALDOSA	m²	23	\$	104.000	\$	2.392.000
	Suministro e instalación de baldosa cerámica para piso de alcobas. Incluye acondicionamiento de plantilla existente (picada y limpieza) e instalación de baldosa de cemento de 0,20* 0,20 m para piso y guardaescobas.						
8	REPARACIÓN DE CARPINTERIA Y ELEMENTOS ORNAMENTALES					\$	834.189
8.1	REPARACIÓN ELEMENTOS MADERA	und	9	\$	70.000	\$	630.000
	Incluye desmonte de hojas de puertas y ventanas, reposición de piezas, lijado, inmunización de madera, pintura de poros abiertos, cambio de bisagras y cerraduras e instalación.						
8.2	REPARACIÓN DE REJAS	m	4	\$	31.735	\$	126.940
	Incluye desmonte de rejas, cambio de piezas con grandes afectaciones, lijado, limpieza con cepillo de grata, aplicación de pintura anticorrosiva e instalación.						
8.3	REPARACION COLUMNAS FACHADA	und	2	\$	38.625	\$	77.250
	Incluye reparaciones cosméticas de resane, pañete y pintura.						
SUBTOTAL						\$	66.292.405
DEMOLICION PARCIAL Y REUBICACION DE CONSTRUCCIONES ADICIONALES							
1	DESMONTES	global	1	\$	500.000	\$	500.000
	Incluye desmonte de tejas, estructura de madera de la cubierta, sanitario, lavamanos, lavaplatos, mesón de cocina, puertas, tomacorrientes, interruptores, cableado y luminaria. Con retiro de elementos en punto de acopio dentro del inmueble.						
2	DEMOLICIÓN DE MUROS	m²	49,94	\$	13.979	\$	698.117
	Demolición con herramientas manuales y equipos menores. Incluye limpieza y acopio dentro del inmueble.						
3	DEMOLICIÓN DE PLANTILLA DE PISO	m²	43,6	\$	12.401	\$	540.667
	Demolición con herramientas manuales y equipos menores. Incluye limpieza y acopio dentro del inmueble.						
4	REUBICACIÓN DE ESPACIOS					\$	29.680.491
4.1	REPLANTEO	m	18,86	\$	3.500	\$	66.010
	Incluye localización, trazado y replanteo.						
4.2	EXCAVACION MANUAL CON RETIRO	m	18,86	\$	27.934	\$	526.835
	Incluye excavación a mano y retiro de material común a zona de acopio en inmueble.						
4.3	CIMENTACIÓN SUPERFICIAL CORRIDA CONCRETO REFORZADO	m	18,86	\$	560.200	\$	10.565.372
	Incluye manejo de acero de refuerzo, aplicación de inhibidor de corrosión, formaleta, fundida, curado y desencofrado.						
4.4	LEVANTE DE MUROS 0,15 M ESPESOR	m²	41,492	\$	48.849	\$	2.026.851
	Levante de muros en bloque de cemento, incluye pañetado con impermeabilización para baño y zona de labores.						
4.5	CUBIERTA EN TEJA ONDULADA	m²	27	\$	70.000	\$	1.890.000
	Suministro e instalación de cubierta en teja ondulada. Incluye estructura de soporte en madera, ganchos y demás accesorios.						
4.6	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS	global	1	\$	1.500.000	\$	1.500.000
	Incluye registro sanitario, conexión a sistema de agua y alcantarillado existente en el inmueble, tubería sanitaria PVC de 4" y 2", tubería de agua fría de 1/2", punto de ventilación, accesorios sanitarios y llave de control. Seis puntos hidráulicos y seis sanitarios.						
4.7	INSTALACIONES ELECTRICAS	global	1	\$	2.300.000	\$	2.300.000
	Incluye suministro e instalación de 5 salidas luminarias, 1 tomacorrientes sencillos, 3 tomacorrientes GFCI, 3 interruptores sencillos, 1 interruptor doble, 1 tablero sencillo de 2 breaker y conexión a red existente en inmueble.						
4.8	AFINADO DE PISO EN MORTERO	m²	27	\$	20.000	\$	540.000
	Plantilla de piso en mortero, con impermeabilización para baño y labores.						
4.9	ENCHAPES	global	1	\$	2.500.000	\$	2.500.000
	Suministro e instalación de enchape cerámico de piso para cocina, baño y labores. Enchape de muros para labores, zona húmeda de baño, y salpicadero de cocina.						
4.10	ESTUCO Y PINTURA	m²	82,98	\$	24.587	\$	2.040.328
	Aplicación de estuco plástico y pintura para muros interiores y exteriores.						
4.11	CIELO RASO	m²	27	\$	60.189	\$	1.625.095
	Instalación de cielo raso plano en drywall, incluye pintura, dilataciones plásticas y aperturas para luminarias.						
4.12	CARPINTERIA	global	1	\$	1.500.000	\$	1.500.000
	Suministro e instalación de 2 ventanas en vidrio templado de 5 mm con perfilera en aluminio de 1,50* 1,20 m, una ventana de 0,30*1 m y dos puertas en madera entambrada pintada con cerradura.						
4.13	DOTACIONES	global	1	\$	2.600.000	\$	2.600.000
	Incluye: Baño: sanitario, lavamanos, grifería, ducha, espejo, rejillas de piso e incrustaciones. Cocina: mesón, lavaplatos empotrado, grifería, rejilla de piso y estufa. Labores: Lavadero plástico sobre murete y rejilla metálica.						





					SUBTOTAL	\$	31.419.275
REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE MUROS PERIMETRALES							
1	DISEÑO ESTRUCTURAL	und	1	\$	1.200.000	\$	1.200.000
Incluye cálculos y planos estructurales de columnas y vigas de amarre superior para reforzamiento de muros perimetrales							
2	COLUMNETAS	und	18	\$	462.300	\$	8.321.400
Incluye apuntalamiento de muros, excavación, instalación de anclajes con époxico a cimentación existente, manejo de acero, aplicación de inhibidor de corrosión, formaleas, fundida de concreto en sitio, curado, desencofrado y relleno de excavación o reparación de plantilla de piso afectada. Limpieza con recolección en punto de acopio.							
3	VIGAS DE CONFINAMIENTO	m	55	\$	324.600	\$	17.853.000
Incluye apuntalamiento de muros, manejo de acero, aplicación de inhibidor de corrosión, formaleas, fundida de concreto en sitio, curado y desencofrado. Limpieza con recolección en punto de acopio.							
4	LIMPIEZA Y TRATAMIENTO MUROS	m	55	\$	59.240	\$	3.258.200
Limpieza de piezas de mampostería con ensuciamiento y comunidades biológicas, incluye uso de rinse para lavado, cambio de piezas de mampostería, limpieza y emboquillado de mortero de pega, pañete en mortero impermeabilizado, tratamiento de juntas de dilatación con elementos estructurales y aplicación de pintura. Limpieza en punto de acopio.							
5	LIMPIEZA DE PATIO DOS	global	1	\$	600.000	\$	600.000
Incluye descapote, recolección de basura y poda general de vegetación							
6	RETIRO DE ESCOMBROS	m ³	16	\$	50.000	\$	800.000
Incluye retiro y disposición de todos los escombros frutos de las actividades desarrolladas en volqueta a botadero autorizado.							
					SUBTOTAL	\$	32.032.600
					COSTOS DIRECTOS	\$	129.744.280
					ADMINISTRACIÓN	\$	12.974.428
					IMPREVISTOS	\$	9.082.100
					UTILIDADES	\$	6.487.214
					IVA SOBRE UTILIDADES	\$	1.232.571
					TOTAL	\$	159.520.592

Nota: los valores unitarios corresponden a precios actuales de la ciudad de Barranquilla tomados de proyectos de construcción y restauración. Fuente: Elaboración propia.

Programación.

Teniendo en cuenta que la intervención será por pagada por inversiones propias de los dueños del inmueble se recomienda plan de ejecución por etapas:

- ✓ Etapa 1: Intervención estructural a nivel de reforzamiento de cimentación de construcción original, tratamiento de fisuras por juntas de dilatación y reconstrucción de losa y columnas de terraza. Tres meses de ejecución, iniciando en muros contiguos al patio.
- ✓ Etapa 2: Reparación de cubierta en teja de cemento. Dos meses de ejecución, a realizar por espacio, primero a nivel de vigas de madera y después en tejas de cemento de recubrimiento. Finalizando en la recuperación de las láminas de cielo raso existentes.



- ✓ Etapa 3: Limpieza de muros. A realizar en muros de fachada y de alcoba, para una duración máxima de dos semanas.
- ✓ Etapa 4: Demolición parcial y reubicación de construcciones adicionales. Todas aquellas que se describen en el capítulo anterior con una duración estimada de dos meses.
- ✓ Etapa 5: Reforzamiento estructural de muros perimetrales de patio, duración aproximada de dos meses.
- ✓ Etapa 6: Instalación de baldosas en pisos de alcobas y reparación de elementos ornamentales, tiempo de ejecución un mes.

Tabla 17

Esquema general de ejecución por etapas.

	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Etapa 1						
Etapa 2						
Etapa 3						
Etapa 4						
Etapa 5						
Etapa 6						

Nota: Elaboración propia.

Estas actividades se pueden realizar de manera continua, como se diagrama en la tabla 17 o con meses intermedios, dando lugar a que la familia obtenga los recursos para la intervención siguiente.



CONCLUSION

El Estudio Patológico del Inmueble residencial de la familia Mercado Hernández pretende exponer la metodología para abordar un informe patológico donde se revisan las condiciones intrínsecas de la ciudad de Barranquilla, seguido de la realización de una historia clínica, análisis de vulnerabilidad, exploraciones de campo y análisis de sus resultados; para diagnosticar y proponer un proyecto de intervención integral para la vivienda.

Se realizó así un marco conceptual basado en la normativa a nivel estructural y arquitectónica vigente, seguido de un breve resumen de la historia de Barranquilla, destacando el barrio Boston (donde se implanta la vivienda). Así mismo la historia clínica se acompañó de gráficos de condiciones climáticas de una ciudad de clima cálido y alta humedad relativa; se exponen planos de levantamiento y calificación, explicando proceso de levantamiento arquitectónico y señalando los ensayos de campo realizados junto con sus resultados. Brevemente y por medio de fotografías tomadas por el autor, se explica la etiología de las lesiones, concluyendo la afectación principal del inmueble que se refiere a la construcción de una vivienda de un piso con cimentación superficial sobre un suelo de arcillas expansivas compuestas en gran medida por montmorillonitas que al expandirse han creado fisuras y grietas en los espacios adicionales al inmueble. Se señala la necesidad de una intervención a nivel de ampliación de cimentación en la construcción original, así como la obligatoriedad de separar la edificación antigua de la reciente pues estas están sometidas a sollicitaciones y condiciones distintas, pero al estar contiguas y sin junta de dilatación sísmica se obligan a trabajar equivocadamente como un solo conjunto.



La propuesta de intervención integral se refiere a la Conservación del inmueble original con características dignas de preservación, la Reubicación de los espacios adicionales que carecen de valor y presentan afectaciones generalizadas y avanzadas, y el Reforzamiento estructural por medio de columnas y vigas de los muros perimetrales de patio. Esta propuesta de intervención integral se complementa con un plan de ejecución por etapas y un presupuesto de intervención con valores actuales de la ciudad de Barranquilla.

Las intervenciones recomendadas tienen como premisa principal la conservación del bien inmueble que sin ninguna declaratoria patrimonial, cumple con las condiciones estéticas e históricas para ser tomado como referente tangible de la época dorada de la ciudad de Barranquilla, destacándose por la conservación de sus materiales y formas originales y propias de la arquitectura doméstica de mediados de siglo XX.



REFERENCIAS

Alcaldía de Barranquilla Distrito Especial, Industrial y Portuario. (2012). Plan de Ordenamiento territorial 2012- 2032. Barranquilla- Colombia.

Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica- AIS (s.f.), *Manual para la rehabilitación de viviendas construidas en adobe y tapia pisada*. Bogotá- Colombia.

Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica- AIS (2001), *Manual de Construcción, Evaluación y Rehabilitación Sismo Resistente de Viviendas en Mampostería*. Bogotá- Colombia.

Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica -AIS. (2010). *Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10*. Bogotá- Colombia.

Barraza, F. (2014). *Investigación constructiva y análisis estructural de cimentación existente- apiques*. Documentación privada sobre los estudios técnicos, elementos estructurales y sistema constructivo de la Casa Catinchi. Barranquilla, Colombia.

Cantillo, C & Romero, H. (2018). *Documentación constructiva y análisis estructural: calas y apiques*. Documentación arquitectónica privada del Bien Inmueble “Mi vieja Barranquilla”. Barranquilla, Colombia.

Instituto de Investigación e Información Geocientífica, Minero-Ambiental y Nuclear. (2001). Geología de las planchas 16- 17 Galerazamba y Barranquilla. *Planchas 16 y 17 Galerazamba y Barranquilla*. Recuperado de:
http://cinto.invemar.org.co/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/27c8aa73-135a-48e3-a94e-9b4df622396f/GEOLOG%C3%8DA%20DE%20LAS%20PLANCHAS%2016-17%20GALERAZAMBA%20Y%20BARRANQUILLA?ticket=TICKET_89ed478cb9e8ef592105d9031e8559a7fad7a5ce



- Meisel, A. (2008). La fábrica de tejidos Obregón de Barranquilla, 1910- 1957. *Cuadernos de Historia Económica y empresarial*, Vol. (21). 3. Recuperado de:
<https://www.banrep.gov.co/es/fabrica-tejidos-obregon-barranquilla-1910-1957>
- Moreno, N. (2013). Zonificación y caracterización geotécnica de los suelos en Barranquilla. Proyecto INV 1101-01-001-2. Universidad de la Costa. Barranquilla- Colombia. Recuperado en: <http://www.laccei.org/LACCEI2014-Guayaquil/RefereedPapers/RP011.pdf>
- Pueyo, J. (1965). *Cerchas de madera: Tipo a la española fundamento y bases de cálculo. Apuntes prácticos*. Madrid, España: Editorial AITIM.
- Rodríguez, F; Rodríguez, V; Santa Cruz, J; Torreño, I y Ubeda, P. (2004). *Manual de patología de la edificación*. Madrid- España: Universidad Politécnica de Madrid.
- Rojas, H. (2017). *Estudio fitosanitario de maderas estructurales de cubiertas, Informe final*. Documentación arquitectónica y privada de los estudios técnicos para la restauración del Hotel El Prado. Barranquilla, Colombia.
- Sánchez, L. (2003). *Barranquilla: lecturas urbanas*. Bogotá- Colombia: Observatorio del caribe colombiano-Universidad del Atlántico. Recuperado en: <https://docplayer.es/40727472-Barranquilla-lecturas-urbanas.html>
- Vergara, J. (1946). *Barranquilla, su pasado y su presente*. Barranquilla, Colombia: Recio & Smith.



BIBLIOGRAFÍA

- García, A. (1997). La evolución de las cimentaciones en la historia de la arquitectura, desde la Prehistoria hasta la primera Revolución Industrial (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.
- Mingarro, F, (1996), *Degradación y conservación del patrimonio arquitectónico*, Madrid, España: Editorial Complutenses S.A.
- Ramos, M.C. (2017). Caracterización y valoración de la técnica constructiva tradicional en tierra en la arquitectura vernácula doméstica en el departamento de Boyacá (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Roca P., González J., Oñate E., Lourenco P; (1998). *Structural Analysis of Historical Constructions II*. Barcelona, España: International Center for Numerical Methods in Engineering (CIMNE).
- Rodríguez, E. (2014). Evaluación del Comportamiento Geomecánico de Arcillas en el Sector de Campoalegre – Ciudad de Barranquilla (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Saldarriaga, A, (2016). *Hábitat y arquitectura en Colombia*. Bogotá, Colombia: Fundación universitaria de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
- Sánchez, C. E. (2007). La arquitectura de tierra en Colombia, procesos y culturas constructivas. *Apuntes*, vol. 20 (2) 242- 255.



ANEXOS

ANEXO 1: FICHAS DE REGISTRO FOTOGRAFICO

ANEXO 2: FICHAS DE LEVANTAMIENTO ARQUITECTONICO- ESCANER

ANEXO 3: FICHAS DE PATOLOGÍA

ANEXO 4: INFORME DE APIQUES Y CALAS

ANEXO 5: FICHAS DE APIQUES 1 Y 2

ANEXO 6: CONTROL DE FISURAS Y GRIETAS

ANEXO 7: INVENTARIO DE LESIONES

ANEXO 8: PLANCHA 1: PLANO DE LEVANTAMIENTO Y CALIFICACION, FACHADA Y CIMENTACIÓN.

ANEXO 9: PLANCHA 2: PLANO DE PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

ANEXO 10: PRESUPUESTO DE INTERVENCIÓN